QK1
.D48
1918
v.36

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

BAND XXXVI.

MIT 18 TAFELN UND 139 TEXTABBILDUNGEN
IN 252 EINZELFIGUREN.

B5.00

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1918

SHOUT
SHARE
IT

BAND XXXVI. JAHRGANG 1918. HEFT 1.

BERICHTE
DER
DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

HEFT 1.

AUSGEGEBEN AM 24. APRIL 1918.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a

MISSOURI BOTANICAL GARDEN LIBRARY
RECEIVED
1918
FEB 11 1920

Es wird dringend gebeten, die dritte Umschlagsseite zu beachten.

Inhaltsangabe zu Heft 1.

Seite

Sitzung vom 25. Januar 1918 1

Mitteilungen.

1. Arthur Meyer: Die angebliche Fettspeicherung immergrüner Laubblätter 5
2. Harald Kylin: Über die Fucosanblasen der Phaeophyceen. (Mit 2 Abbildungen im Text.) 10
3. Werner Magnus: Wund-Callus und Bakterien-Tumore 20
4. Clara Zollikofer: Über das geotropische Verhalten entstärkter Keimpflanzen und den Abbau der Stärke in Gramineen-Koleoptilen 30
5. A. Schulz: Abstammung und Heimat des Roggens . . . 39

Nächste Sitzung der Gesellschaft

Freitag, den 26. April 1918,

abends 7 Uhr, im

Hörsaal des Pflanzenphysiolog. Instituts d. Universität,

Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 1.

Sitzung vom 25. Januar 1918.

Vorsitzender: Herr L. WITTMACK.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen Herr

Montfort, Dr. **Camill**, Assistent am botan. Institut der Universität in **Bonn** (durch H. FITTING und E. KÜSTER) und Fräulein

Beck, Olga, in **Wien XIX**, Hartäckerstr. 26 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Du Rietz, Einar, in **Upsala.**
Melchior, Hans, in **Charlottenburg.**
Schmidt, Dr. **Ernst** in **Marburg.**
Weese, Josef, Professor in **Wien.**
Rasmuson, Hans, Lic. phil. in **Hilleshög.**

Der Vorstand widmete Herrn Geheimrat Prof. Dr. I. URBAN zu seinem 70. Geburtstage folgende Adresse:

Herrn Geheimrat IGN. URBAN zum 70. Geburtstage.

Hochverehrter Herr Geheimrat!

Am heutigen Tage, an dem Sie Ihr siebzigstes Lebensjahr vollenden, bringt Ihnen die Deutsche Botanische Gesellschaft herzlichste Glückwünsche dar. Begrüßt sie in Ihnen doch einen der Fachgenossen, die seit dem ersten Tage ihres Bestehens tätigen Anteil an ihren Arbeiten und Bestrebungen genommen hat.

Zur Zeit der Begründung der Gesellschaft waren Sie bereits auf verschiedenen Gebieten unserer Wissenschaft mit wertvollen

Untersuchungen hervorgetreten. Ihre von ASCHERSON angeregte Erstlingsarbeit, mit der Sie 1873 unter ALEXANDER BRAUN promovierten, hatten Sie auf breiter Grundlage aufgebaut, und für die Gattung *Medicago* nicht nur durch neu aufgefundene Merkmale die natürliche Gliederung des schwierigen Formenkreises ermittelt, sondern auch ihre feinere Morphologie, die Entwicklungsgeschichte der Blüte und die Bestäubungsverhältnisse aufgeklärt. Neben dem sicheren Blick des Auges und natürlicher Anlage zu systematischem Urteil zeigte sich dabei bereits Ihre Gabe, die Hilfsmittel des Gartens und des Herbariums für wissenschaftliche Erkenntnis fruchtbar zu machen: die Betrachtung der Merkmale an der lebenden Pflanze bei zahlreichen von Ihnen in Kultur genommenen Arten und zugleich die kritische Ausnutzung eines Herbarmaterials, das Sie aus fast allen zugänglichen Sammlungen zusammengebracht hatten, das waren die Grundlagen, auf denen die Ergebnisse Ihrer *Medicago*-Monographie beruhten.

Seit Ihrer Verbindung mit dem Berliner Botanischen Garten im Jahre 1878 ist es Ihnen vergönnt gewesen, jene Anlagen und Neigungen in weiterem Umfange und mit immer umfassenderen Zielen zu betätigen. Sie ergriffen die dort gebotene Gelegenheit, morphologische Fragen, wie die Stachelbildung der Aurantieen zu lösen, oder mit den Methoden der kräftig erstarkten Blütenbiologie exotische Pflanzen, wie Lobeliaceen, Rutaceen, Loasaceen und verschiedene Vertreter anderer Familien zu erforschen, über deren Bestäubung damals noch kaum etwas beobachtet war.

Zugleich erweiterten Sie schnell den Kreis Ihrer systematischen Untersuchungen durch Herbarstudien. Schon 1878 gewann EICHLER Ihre Mitarbeit an der Flora Brasiliensis und damit betraten Sie, bildlich gesprochen, den Boden Amerikas, auf dem Sie, ohne die Neue Welt mit Augen je geschaut zu haben, doch nächst MARTIUS von allen deutschen Botanikern die größten Eroberungen gemacht haben.

Die zuverlässige Bearbeitung kleinerer brasilianischer Familien, die morphologische Analyse der Bauhinien und Bignoniaceen, die vorbildlichen Monographien der Turnesaceen und später der Loasaceen gehören zu den Früchten dieser amerikanischen Studien, denen auch unsere Berichte bis in die jüngste Zeit so manchen Beitrag verdanken.

Seit 1884 gaben Sie diesen Arbeiten ihren Sammelpunkt in der Flora von Westindien. Wie einst bei Ihrer Dissertation, nur in vielmals größerem Maßstab, steckten Sie sich dort einen weitgedehnten Rahmen für Ihre Forschung und sorgten zugleich selber unermüdlich, ihn mit wertvollem Arbeitsstoff zu erfüllen, indem Sie die floristischen Interessen auf den Inseln anzuregen und wachzuhalten verstanden, und die Ausrüstung besonderer Sammelreisen erfolgreich organisierten. Durch eindringende Bearbeitung der Ergebnisse haben Sie die wissenschaftliche Kenntnis der Antillen-Flora von Jahr zu Jahr gemehrt und vertieft. Die Neuheiten zuverlässig zu beschreiben, strebten Sie dabei in gleicher Weise an, wie alle früheren Angaben auf ihren Wert zu prüfen, die Arten systematisch einzureihen und die Formenkreise natürlich zu gruppieren. Besonders lag es Ihnen auch am Herzen, die vielen Zweifel aufzuklären, mit denen die ältere Literatur des Gebietes behaftet ist. An diesen Studien zeigte sich in hohem Maße Ihr historischer Sinn und Ihre philologische Begabung: bei jeder Frage leiteten Sie gleichsam die bewährten Methoden der Textkritik, wenn Sie alle Daten mit peinlicher Genauigkeit verglichen, um dann zu sicherer Entscheidung zu gelangen. Ihre Bibliographie der westindischen Flora, Ihr Prooemium der unter Ihrer Leitung zum glücklichen Abschluß gebrachten monumentalen Flora Brasiliensis, sowie Ihre Darstellungen der Geschichte des Berliner Botanischen Gartens und Museums werden als zuverlässige Hilfsmittel für unsere Wissenschaft in dauernder Wertschätzung bleiben.

Von Ihrer an Erfolg und Mühen reichen Amtstätigkeit haben Sie sich vor einigen Jahren zurückgezogen, um ganz der Forscherarbeit leben zu können. In rüstiger Arbeitskraft sehen wir Sie seitdem in unserer Mitte wirken und Schritt um Schritt Ihren weitgesteckten Zielen näher kommen. So dürfen wir hoffen, daß Sie sich dieser Muße voller Arbeit und voller Pläne noch recht lange erfreuen, und daß Sie unserer Gesellschaft noch manches Jahr das tätige und getreue Mitglied bleiben werden, das wir in Ihnen verehren.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

S. SCHWENDENER. HANS WINKLER. A. VOIGT.
L. WITTMACK. P. LINDNER. J. BEHRENS. E. BAUR.
H. HARMS. H. MIEHE. O. APPEL.

Berlin, den 7. Januar 1918.

Auf diese Glückwunschadresse ist folgendes Dankschreiben eingelaufen:

Berlin-Lichterfelde-W., den 7. Januar 1918.
Asternplatz 2

An den Vorsitzenden der Deutschen Botanischen Gesellschaft
Herrn Geh. Regierungsrat Prof. Dr. L. WITTMACK.

Für die freundlichen Worte der Anerkennung, welche der Vorstand in einer Adresse anläßlich meines siebzigsten Geburtstages meinen wissenschaftlichen Bestrebungen gewidmet hat, beehre ich mich, meinen herzlichsten und aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Als Mitbegründer der Gesellschaft habe ich es mir angelegen sein lassen, eine größere Anzahl von Aufsätzen systematischen, biologischen und vergleichend morphologischen Inhalts in den Berichten zu veröffentlichen, habe aber leider darin nur wenige Nachfolger gefunden. Mein sehnlichster Wunsch wäre es, wenn in Zukunft auch diese Gebiete der Botanik in den Publikationen der Gesellschaft häufiger behandelt würden.

Mit vorzüglicher Hochachtung
bin ich
Ihr ergebenster
I. URBAN.

Mitteilungen.

I. Arthur Meyer: Die angebliche Fettspeicherung immergrüner Laubblätter.

(Eingegangen am 1. Januar 1918).

Die Meinung, daß mehrere Jahre lebende Laubblätter im Winter Fett speichern, ist noch verbreitet.

CZAPEK sagt im 1. Bande seiner Biochemie der Pflanzen (1913, S. 751): „In ähnlicher Weise wie in den Achsenorganen zu Beginn der Winterruhe Fett aus Kohlehydraten formiert wird, kommt auch in den wintergrünen Laubblättern nach mehrfacher Feststellung eine Fettbildung bis zu einem gewissen Grade zustande, so daß auch für Laubblätter das Vorkommen von Reservefett sichergestellt ist.“ „Die Untersuchungen von MER (1876), SCHULTZ (1898), LIDFORSS (1896), MIYAKE (1900), CZAPEK (1901) haben übereinstimmend ergeben, daß (in unseren Breiten Ende Oktober) mit Eintritt der Winterruhe die Stärke der immergrünen Blätter zu schwinden pflegt und Fettropfen in dem Blattparenchym auftreten.“

Sehen wir die Literatur nach, welche CZAPEK anführt, so sagt zuerst er selbst (1901) nichts anderes als in seiner Zusammenfassung, wenn sich der folgende Satz nicht auch auf eigene Beobachtungen beziehen soll, S. 126: „—; doch ist auch, wie schon LIDFORSS angab, selbst in den Mesophyllzellen der Winterblätter ein vermehrter Fettgehalt sicher zu stellen.“ Bei LIDFORSS (1896) findet man nur S. 43: „Ebenso sind im allgemeinen die Mesophyllzellen der wintergrünen Blätter im Winter bemerkbar fettreicher wie im Sommer.“ LIDFORSS (1892—93) hat übrigens auch in seiner grösseren Arbeit keine mikrochemischen Eigenschaften seiner Elaiosferer angeführt, welche heute noch als Beweis für ihre Fettnatur gelten dürfen.

MER (1876, S. 232) führt als Beweis für die „nature oléagineuse“ der Tropfen, die er im Winter (aber auch im Frühling) in einigen mehrjährigen Blättern findet, an, daß sie sich in Alkohol, Aether, Benzin lösen (bei *Evonymus japonicus* lösen sie sich in den 3 Reagentien nicht), mit Osmiumsäure schwärzen und mit Jod und Karmin nicht färben.

MIYAKE erwähnt die Oeltropfen gar nicht.

ERNST SCHULZE führt zuerst HABERLANDT (1882) an, welcher S. 182 sagt: „Eine ernährungsphysiologische Nebenfunktion übernimmt das Assimilationssystem vieler immergrüner Laubblätter z. B. der Koniferennadeln. Es ist dies die Funktion der Stoffspeicherung zur Zeit der Vegetationsruhe. Im Palisadengewebe von *Taxus baccata* z. B. lassen sich zur Winterszeit neben spärlichen Stärkekörnern große Tropfen eines fetten Oeles nachweisen.“ SCHULZ untersucht die Blätter von *Taxus* genau und stimmt der Ansicht HABERLANDT's, die dieser zu damaliger Zeit mit einigem Recht aussprechen durfte, zu. Auch das Verhalten von *Vinca* schildert SCHULZ. Als mikrochemische Reagentien wendet er außer Terpentinöl, Cassiaöl und Anisöl nur Alkohol und Osmiumsäure an. Daß die Tropfen aus fettem Oel bestehen, schließt er (S. 228) daraus, daß sie sich mit Osmiumsäure „schwärzen“, und daß sie sich nur schwierig in Alkohol lösen. Nach unseren heutigen Kenntnissen sind diese Kennzeichen durchaus unzureichend, um die Tropfen als fettes Oel zu charakterisieren.

Es liegt also ganz offen zutage, daß in der von CZAPEK zur Stütze seiner Aussprüche herbeigezogenen Literatur nichts enthalten ist, was ihm noch 1913 eine Berechtigung zu der von ihm vertretenen Anschauung gab.

Wie es sich nun tatsächlich mit den Tropfen verhält, welche von den Autoren für Fett gehalten wurden, mag zuerst an einem Beispiel gezeigt werden, welches die Autoren nicht erwähnen.

Betrachtet man den Querschnitt eines jüngeren Blattes von *Ilex aquifolium* im August, so sieht man im Zytoplasma fast jeder Zelle des Mesophylls einen Tropfen liegen, der einen etwas geringeren Durchmesser hat als die Chloroplasten. Chloralhydrat, (2 × 5) hellt die Schnitte auf, und ein mit Chloralhydrat behandeltes älteres Blatt, in dem die Tropfen größer sind, bietet zu derselben Zeit mit seinen farblosen Tropfen in dem völlig klaren und farblosen Gewebe einen auffälligen Anblick.

Wären die Tropfen Fett, so bestände also auch im Sommer ein großer Fettreichtum des immergrünen Blattes. Der Reichtum des Mesophylls an Tropfen ist nicht von der Temperatur und von der Jahreszeit abhängig, wie man meinte, sondern nur von dem relativen Alter eines Blattes.

An einem Sprosse findet man also im allgemeinen um so größere Tropfen in einem Blatte, je größer das Alter des betreffenden Blattes ist. Ob für die Größe der Tropfen eines Blattes die Größe seiner

Assimilationsarbeit das eigentlich entscheidende ist, konnte ich noch nicht untersuchen.

In einem einjährigen Blatte eines Zweiges von *Ilex* hatten die Tropfen am 27. November meist einen Durchmesser von 2,4 μ, in einem zweijährigen einen solchen von 8,4 μ, in einem dreijährigen von 15 μ.

Bei *Ilex* konnte ich nicht entscheiden, ob die Tropfen mit den abgestorbenen Blättern abgeworfen werden oder nicht. In abgefallenen, schon braunen, in den Geweben verwitterten Blättern, konnte ich stets nur wenige Tropfen finden. Wohl aber konnte ich die Frage für *Kalmia latifolia* entscheiden, die gleiche Tropfen enthält wie *Ilex*. Sie besaß im Dezember gelbe abfallende Blätter und hatte auch solche abgeworfen; sie enthielten noch Sekret wie die grünen Blätter, welches aber mit Eintreten starker Braunfärbung verloren ging.

Danach ist es von vorn herein sehr unwahrscheinlich, daß die Tropfen aus Fett bestehen, denn dieses würden die Pflanzen nicht verloren gehen lassen; ihr mikrochemisches Verhalten zeigt sicher, daß wir in ihnen kein Fett vor uns haben. Die wichtigsten mikrochemischen Reaktionen der Tropfen sind die folgenden:

Osmiumsäure: Bräunung der Tropfen.

Osmiumsäure + Schwefelsäure: Braun und ungelöst.

Lösung von Nilblauhydrochlorat: Rotfärbung der Tropfen.

85-prozentiger und 95-prozentiger Alkohol: Sie lösen sich beim Durchsaugen unter dem Deckglas nicht merklich. Bei 12 stündigem Einlegen der Schnitte in ein Gläschen mit 85 prozentigem Alkohol lösen sich nicht alle Tropfen völlig, wohl aber bei Anwendung von 95 prozentigem Alkohol.

Kalilauge + Ammoniak: Kein Kristallinischwerden der Tropfen.

Rauchende Salpetersäure: Die unter Deckglas mit der Salpetersäure durch Harzkitt eingeschlossenen Tropfen werden von Luftblasen durchsetzt, während Tropfen von Fetten glasklar bleiben.

Erwärmen auf 130°: Zwei Präparate wurden zuerst im Heißluftschrank auf dem Objektträger 30 Minuten auf 100° erhitzt. Zu einem Präparat wurde nach dessen Befeuchten mit Wasser konzentrierte Schwefelsäure hinzugefügt, wodurch die Tropfen wieder mikroskopisch sichtbar werden. Das andere Präparat wurde 1½ Stunden auf 130° erhitzt und nach dieser Zeit in gleicher Weise mit Schwefelsäure untersucht. Es kamen keine Tropfen mehr zum Vorschein, nur unregelmäßige, vakuolige, starre, bräunliche Reste waren von ihnen übrig.

Die Versuchsresultate der Behandlung der Tropfen mit Salpetersäure und des Erhitzens auf 130° beweisen unwiderleglich, daß hier kein Fett vorliegt. Fett würde in beiden Fällen in klaren Tropfen erhalten bleiben. Die Tropfen bestehen aus einer teilweise flüchtigen, von Salpetersäure leicht unter Gasbildung angreifbaren Substanz (oder einem Substanzgemisch), die sich mit der Nilblaubase nicht zu einem blauen Salze verbindet, und die sich in Alkohol löst.

Wir dürfen die Substanz als ein Sekret ansprechen und wollen es Mesophyllsekret (kurz Me-Sekret) nennen. Me-Sekret ist also ein Sekret, welches im Zytoplasma der Mesophyllzellen auftritt und die angeführten mikrochemischen Reaktionen gibt. Seine Zusammensetzung wird nicht bei allen Spezies gleich sein, und es werden sich vielleicht nach und nach auch verschiedene Kategorien desselben aufstellen und mit vorgesetzten Buchstaben unterscheiden lassen.

Zu diesen Me-Sekreten gehören nun auch die von HABERLANDT und E. SCHULZ als Fett betrachteten Tropfen von *Taxus*.

Taxus baccata besitzt schon in einjährigen Blättern fast in jeder Mesophyllzelle einen Tropfen von Me-Sekret. Ich habe Ende November die Größe der Tropfen der Palisadenzellen verschieden alter Blätter eines Sprosses von *Taxus* messen lassen. Der durchschnittliche Durchmesser der Tropfen wurde aus 20 Messungen berechnet.

	Blatt aus d. Anfang d. 1. Jahres	Blatt aus d. Mitte d. 2. Jahres	Blatt aus d. Mitte d. 3. Jahres	Blatt aus d. Mitte d. 4. Jahres
Durchschnitt	3,0 μ	6,2 μ	8,1 μ	9,3 μ
Größter Tr.	3,3 μ	8,0 μ	9,8 μ	11,0 μ
Kleinste Tr.	2,3 μ	5,0 μ	6,0 μ	7,1 μ
Volumen	14,1 μ^3	124 μ^3	268 μ^3	419 μ^3

Also auch hier hat das Volumen der Tropfen stetig zugenommen und zwar von der Mitte des 2. bis zur Mitte des 3. Jahres um 144 μ^3, von der Mitte des 3. bis zur Mitte des 4. Jahres um 151 μ^3. Die Sekrettropfen von *Taxus* verhielten sich gegen Osmiumsäure, Osmiumsäure und Schwefelsäure, Nilblau, Alkohol, Kalilauge + Ammon, rauchende Salpetersäure und Erwärmen auf 130° genau so wie die Me-Sekrettropfen von *Ilex*. Ich habe das *Taxus*-Me-Sekret auch unter Deckglas 48 Stunden mit Eau de Javelle eingeschlossen und gefunden, daß sie auch in diesem Reagens gleichmäßig von Gasbläschen durchsetzt werden. Die von dem Tropfen nach dem Erhitzen auf 130° zurückbleibenden bräunlichen Reste lösten sich, wenn man die Präparate 12 Stunden in einem Schälchen mit absolutem Alkohol behandelte, nicht aber in Benzin unter gleichen Verhältnissen. Die bräunlichen Reste schmolzen beim Erhitzen mit konzentrierter Schwefelsäure zu unregelmäßig gerundeten Massen oder Kugeln zusammen.

Auch *Vinca minor* enthielt in den jüngsten Blättern eines Sprosses im Dezember 1 bis 2 μ große Tropfen von Me-Sekret; in den älteren Blättern hatten die Tropfen einen Durchmesser von 3 bis 4 μ. Bei den Versuchen mit rauchender Salpetersäure fiel mir auf, daß in jedem blasig gewordenen Tropfen ein stark lichtbrechender klarer Tropfen eingeschlossen lag. Auch kann ich die Beobachtung von SCHULZ (S. 241) bestätigen, daß sich die Me-Sekret-Tropfen von *Vinca* gegen Alkohol anders verhalten als die von *Taxus*. Als Schnitte aus einem älteren Blatte von *Vinca minor* 24 Stunden in ein Gläschen mit 85 prozentigem und mit 100 prozentigem Alkohol gelegt wurden, lösten sich die Tropfen nicht. In dem 85 prozentigen Alkohol hatte sich jedoch ihr Durchmesser eben so wie in dem 100-prozentigen von 3,36 auf 2,96, also um 32 Volumenprozent vermindert. Die Zahlen sind das Mittel aus 20 Messungen an Tropfen der Palisadenzellen. Wurden die mit kaltem absoluten Alkohol behandelten Schnitte mit diesem gekocht, so verloren sie wieder 38 % ihres Volumens. In Chloroform lösten sich die Tropfen in 16 Stunden fast völlig.

In welchem Verhältnis die Me-Sekrete zu dem Assimilationssekret stehen, ob sie aus demselben hervorgehen, oder ob sie ein Zytoplasmasekret sind, welches mit Assimilationssekret gemischt ist, oder ob sie nur ein Zytoplasmasekret sind, welches von dem Assimilationssekret ganz unabhängig ist, ist noch zu untersuchen. Man wird diese Fragen exakt wohl nur durch so sorgfältige Arbeiten, wie sie CURTIUS und FRANZEN (siehe ARTH. MEYER 1917) ausführten, in Verbindung mit mikrochemischen Untersuchungen lösen können. So wäre z. B. die Vergleichung der Zusammensetzung der mit Wasserdampf gewonnenen Produkte von etwa 0,5 jährigen, 2 jährigen und 4 jährigen Blättern von *Ilex* durchzuführen.

Literatur.

MER, De la constitution et des fonctions des feuilles hivernales; Bull. Soc. Bot. France, 1876, S. 231, Bd. 23.

HABERLANDT, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen; Jahrbuch für wissensch. Botanik, Bd. 13, 1882, S. 74.

SCHULZ, Ernst, Ueber Reservestoffe in immergrünen Blättern; Flora 1888, S. 223, Bd. 71.

LIDFORSS, Zur Physiologie und Biologie der wintergrünen Flora; Botan. Zentralblatt Bd. 68, 1896, S. 33.
CZAPEK, Der Kohlehydratstoffwechsel der Laubblätter im Winter; Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1901, S. 120.
MIYAKE, On the starch of ever-green leaves and its relation to carbon assimilation during the winter; Bot. Mag. Tokyo, Bd. 14, 1900, S. 44.
CZAPEK, Biochemie der Pflanzen, 2. Auflage, 1. Bd., 1913, S. 751.
LIDFORSS, Studier öfvor elaiosferer i örtbladens mesofyll och epidermis; Acta universitatis Lundensis, Bd. 29, 1892—93.
MEYER, ARTHUR, Das während des Assimilationsprozesses in den Chloroplasten entstehende Sekret; Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1917.

2. Harald Kylin: Über die Fucosanblasen der Phaeophyceen.

(Mit 2 Abbildungen im Text).

(Eingegangen am 15. Januar 1918).

Wie bekannt, findet man in den Zellen der Phaeophyceen regelmäßig eine Menge stark lichtbrechender körnchenähnlicher Gebilde. Über diese ist in der Literatur bereits viel geschrieben worden, ohne daß man in bezug auf die chemische Beschaffenheit oder die physiologische Bedeutung derselben noch ins Reine gekommen wäre.

REINKE (1876, S. 328) behauptete, daß die erwähnten körnchenähnlichen Gebilde aus Fett bestehen, und er hielt es für nicht unwahrscheinlich, daß fettes Oel das erste sichtbare Assimilationsprodukt sei. Diesen Ansichten hat später HANSEN (1893, S. 276) beigepflichtet.

HANSTEEN (1892, S. 344) bezeichnet die in Rede stehenden Gebilde als Fucosankörnchen, die aus einem besonderen Kohlehydrat bestehen sollten, und zwar meint er, daß diese Körnchen unter dem Einfluß des Lichtes von den Chromatophoren gebildet werden, und daß das Fucosan das erste sichtbare Assimilationsprodukt darstelle.

Von SCHMITZ (1883, S. 155) wurde aber nachgewiesen, daß die Phaeophyceenzellen zweierlei körnchenähnliche Gebilde enthalten. Erstens solche, die an der Oberfläche der Chromatophoren befestigt sitzen und unter dem Einfluß der Chromatophoren in dem angrenzenden Protoplasma angelegt werden; er nennt diese Körnchen Phaeophyceenstärke, obwohl sie freilich keine Stärkereaktion bei Behand lung mit Jod geben. Zweitens solche, die in größerer oder geringerer Menge im Protoplasma vorhanden sind, und die er „mattglänzende, hyaline Tröpfchen“ nennt. Die letzteren werden durch süßes Wasser, Jod-Jodkalium, Spiritus oder Pikrinsäure zerstört, während die Körnchen der Phaeophyceenstärke in diesen Reagentien erhalten bleiben.

BERTHOLD (1886, S. 56) unterscheidet ebenfalls zwei verschiedene Arten von Körnchen, und er meint, daß SCHMITZ' Phaeophyceenstärke aus einer eiweißartigen Substanz bestehe, während die „mattglänzenden, hyalinen Tröpfchen" Gerbstoffbehälter darstellen.

KUCKUCK (1891, S. 101 und 130) unterscheidet ebenfalls zwei verschiedene Arten von Körnchen; er nennt indessen SCHMITZ' Phaeophyceenstärke Pyrenoide. CRATO (1893, S. 235) hebt mit besonderer Schärfe hervor, daß zwei Arten von körnchenähnlichen Gebilden bei den Phaeophyceen vorhanden sind, und er beschreibt (1892, S. 295) die von SCHMITZ erwähnten „mattglänzenden, hyalinen Tröpfchen“ unter dem Namen Physoden. Diese sollen bläschenähnliche Gebilde mit flüssigem Inhalt sein. Der Inhalt wäre Phloroglucin oder ein Derivat desselben.

BRUNS (1894, S. 166) schließt sich CRATO's Auffassung an, daß die Physoden Phloroglucin enthalten, meint aber, daß Fett in demselben auch vorhanden ist. Nach HUNGER (1902, S. 80) enthalten die Fucosankörnchen bei *Dictyota* einen glykosidartigen Stoff, daneben aber auch Gerbsäure und nicht selten ein Phloroglucinglykosid.

Vor einigen Jahren veröffentlichte ich einen Aufsatz, in welchem den Inhaltskörpern der Phaeophyceen eine Besprechung gewidmet war. Es wurde dabei nachgewiesen, daß man bei mehreren Braunalgen zwei verschiedene Inhaltskörper unterscheiden muß, und zwar diejenigen, die schon von SCHMITZ unterschieden worden sind. SCHMITZ' Phaeophyceenstärke bezeichnete ich nach KUCKUCK als Pyrenoide und seine „mattglänzenden, hyalinen Tröpfchen“ als Fucosanblasen, und zwar sind diese identisch mit den Gebilden, die HANSTEEN Fucosankörnchen nennt, und die CRATO unter dem Namen Physoden beschreibt.

Die Pyrenoide stellen eine Art Anhängsel zu den Chromatophoren dar und entsprechen überhaupt nicht denjenigen Gebilden, die bei anderen Algen als Pyrenoide bezeichnet worden sind, und es wäre deshalb am besten, den Namen Pyrenoide gegen einen anderen zu vertauschen. Sie sind mehr oder weniger birnenförmig bis fast rund. Bei *Asperococcus bullosus* und *Pylaiella litoralis* sind die Pyrenoide deutlich birnförmig, bei *Ectocarpus siliculosus* dagegen beinahe kugelförmig. Sie sitzen auf der Innenseite oder auf den Rändern der Chromatophoren. Die Größe variiert von Art zu Art. Bei *Asperococcus bullosus* sind sie 1—1,5 μ breit und 2—2,5 μ lang und sind als groß zu bezeichnen.

Die Pyrenoide werden beim Abtöten der Alge nicht zerstört. Sie werden von Jod oder von Vanillin-Salzsäure nicht gefärbt, von Osmiumsäure nicht geschwärzt und speichern nicht Methylenblau oder Methylviolett. Von Eosin oder Karminessigsäure färben sie sich lebhaft rot, in derselben Weise wie die Chromatophoren. Die Färbung der Pyrenoide wird aber dabei klarer rot als diejenige der Chromatophoren.

Die Pyrenoide bestehen wahrscheinlich aus eiweißartigen Substanzen. Über ihre physiologische Bedeutung wissen wir zurzeit nichts. Bis jetzt sind sie nachgewiesen worden bei *Pylaiella litoralis, Ectocarpus siliculosus, Myriotrichia repens, Elachista fucicola, Desmotrichum undulatum, Lithosiphon pusillus, Asperococcus bullosus, Mesogloia vermiculata, Stilophora rhizodes, Spermatochnus paradoxus.* Sie fehlen dagegen bei den *Sphacelaria*-Arten, den *Laminaria*-Arten, *Fucus* und *Ascophyllum.*

Die Fucosanblasen sind als eigentümlich ausgebildete, kleine Vakuolen aufzufassen. Sie sind mehr oder weniger rund oder rundeckig. Der Größe nach variieren sie von sehr kleinen ungefähr 0,1 μ im Durchmesser haltenden bis zu ziemlich großen mit einem Durchmesser von 4 μ oder mehr. Die größeren Fucosanblasen finden sich am reichlichsten in der Mitte der Zellen in einer traubenförmigen Ansammlung um den Zellkern herum. Außerdem können auch einige größere Blasen in den peripheren Teilen der Zellen vorkommen. Die kleineren Fucosanblasen finden sich zerstreut in den mehr peripheren Teilen der Zellen, und einige findet man in unmittelbarem Zusammenhang mit den Chromatophoren. Die hier erwähnten Verhältnisse lassen sich gut z. B. an *Asperococcus bullosus, Sphacelaria cirrhosa* und *Pylaiella litoralis* studieren. Die Assimilationszellen bei *Fucus*-Arten und die Pharaphysen bei *Chorda filum* sind dagegen mit größeren und kleineren Fucosanblasen vollgestopft.

Die Fucosanblasen kommen stets am reichlichsten in den assimilierenden Zellen der Phaeophyceen und in den Fortpflanzungskörpern derselben vor. Sie finden sich auch reichlich in den basalen Zellen aller Haarbildungen. Weniger reichlich kommen sie dagegen in den Zellen der inneren Teile des Thallus vor. Keine einzige der ungefähr fünfzig Arten, die ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe, hat Fucosanblasen entbehrt. In dem Assimilationsgewebe der *Laminaria*-Arten kommen sie indessen nur spärlich vor und scheinen in den zentralen Geweben derselben völlig zu fehlen.

Die Fucosanblasen stehen stets im Zusammenhang mit den Protoplasmafäden und können längs diesen in der einen oder anderen Richtung vorwärtsgleiten.

Beim Abtöten der Alge werden die Fucosanblasen im allgemeinen zerstört. Regelmäßig werden sie von destilliertem Wasser, Alkohol, Aether, verdünnten Säuren und Jodlösung gesprengt. Dies beruht darauf, daß die Protoplasmahaut, welche jede einzelne Blase umgibt, zerbirst, wonach der Inhalt aus der Blase hinausdringt. Von Osmiumsäure werden bei einigen Arten die Fucosanblasen fixiert, bei anderen dagegen zersprengt. Bei z. B. *Pylaiella litoralis, Asperococcus bullosus* und *Chorda filum* werden sie fixiert — bei *Ectocarpus siliculosus,* den *Fucus*-Arten und *Ascophyllum nodosum* dagegen zersprengt. Von stärkerer (25-prozentiger) Salzsäure oder Schwefelsäure werden die Fucosanblasen fixiert.

Die Fucosanblasen werden von Vanillin-Salzsäure (konzentrierter Salzsäure) rot gefärbt und von Osmiumsäure, wenn sie davon fixiert werden, stark geschwärzt. Sie speichern lebhaft Methylenblau und Methylviolett.

Behandelt man Thallusteile von *Asperococcus bullosus* einen Augenblick mit 0,1-prozentiger Osmiumsäure, so werden die älteren, größeren Fucosanblasen geschwärzt, die kleineren, jüngeren dagegen nicht. Diese lassen sich aber nachträglich mit Methylenblau färben. Auf in dieser Weise behandelten Thallusstücken ist die Beziehung der jüngeren Fucosanblasen zu den Chromatophoren gut zu studieren (Abb. 1). — Werden Thallusteile von *Asperococcus bullosus* mit dem stärkeren FLEMMING'schen Gemisch fixiert, so werden die Fucosanblasen mit Ausnahme von denjenigen, die noch in Verbindung mit den Chromatophoren stehen, zersprengt. Die nicht zerstörten Blasen färben sich stark schwarz, und sind dann sehr deutlich von den nicht schwarz gefärbten Pyrenoiden zu unterscheiden (Abb. 2).

Die Entstehung der Fucosanblasen ist besonders von HANSTEEN (1900, S. 611) untersucht worden. Er hat nachgewiesen, daß unter der Einwirkung des Lichtes an der Oberfläche der Chromatophoren kleine lichtbrechende Körnchen sich bilden, die dann abgeschnürt und in das Protoplasma hinausgeführt werden. Er hat auch gezeigt, daß in lebhafter Assimilation befindliche Chromatophoren von kleinen, stark lichtbrechenden Körnchen umgeben sind, die von Methylviolett stark gefärbt werden. Die von HANSTEEN hierbei beobachteten Körnchen sind eben Fucosanblasen.

Betreffs der Entstehung der Fucosanblasen bei *Dictyota* schreibt HUNGER (1902, S. 72): „Auch hier beobachtet man mit ein wenig Geduld sehr deutlich, daß die Neubildung der „Inhaltskörper“ an der Oberfläche des Phaeoplasten durch vorherige Anschwellung und darauffolgende Abschnürung eines kleinen lichtbrechenden Gebildes vor sich geht“.

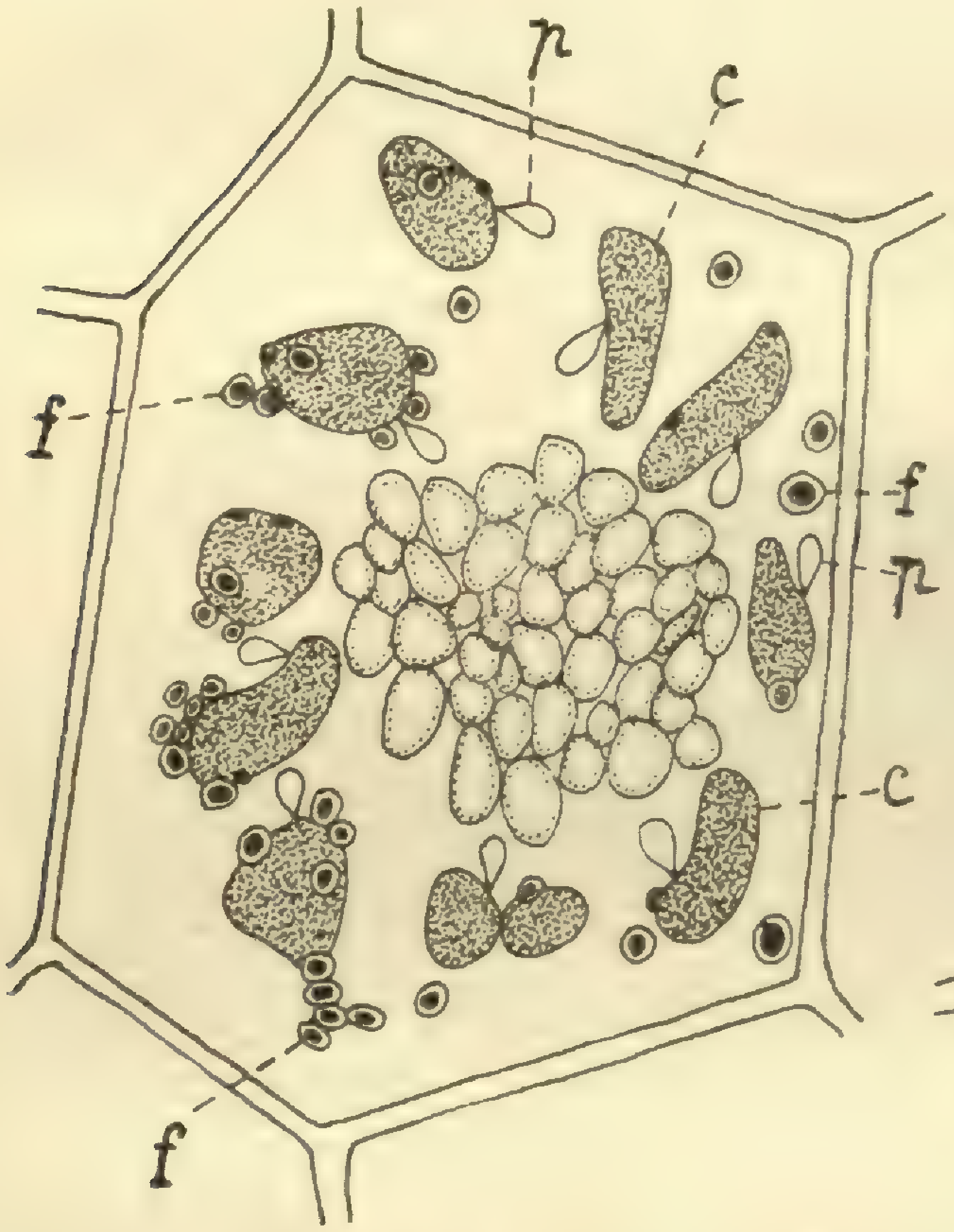


Abb. 1.

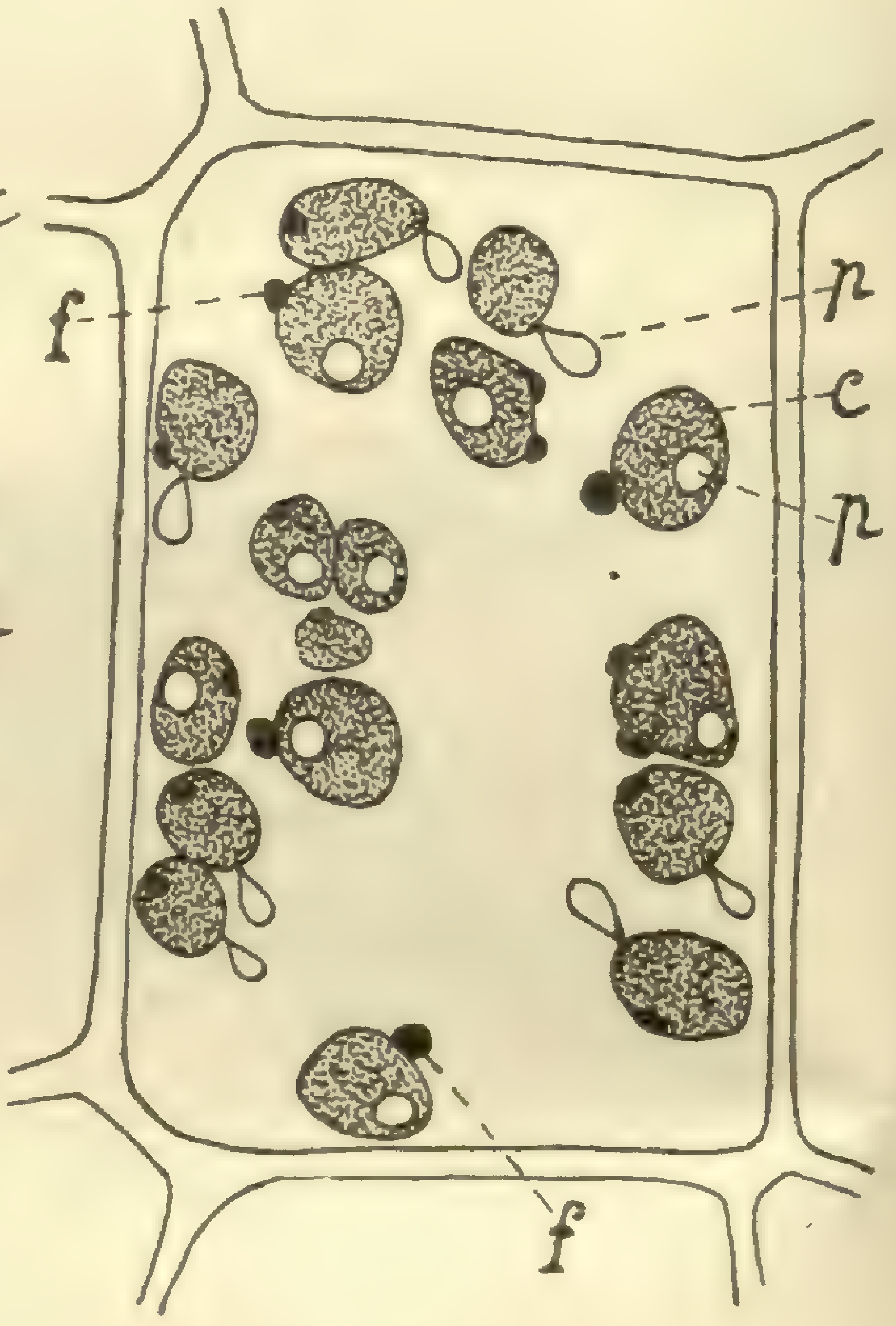


Abb. 2.

Abb. 1. *Asperococcus bullosus.* Zelle aus einem Thallusteil, welcher einen Augenblick mit 0,1-prozentiger Osmiumsäure behandelt und dann mit Methylenblau gefärbt worden ist. In der Mitte sieht man eine Gruppe älterer Fucosanblasen, *p* die sogenannten Pyrenoide; *f* Fucosanblasen; *c* Chromatophoren. Vergr. 1800. Nach KYLIN, 1912, Taf. 1.

Abb. 2. *Asperococcus bullosus.* Zelle aus einem Thallusteil, welcher mit dem stärkeren FLEMMING'schen Gemisch fixiert worden ist. Alle älteren Fucosanblasen sind zerstört. *p* die sogenannten Pyrenoide; *f* Fucosanblasen; *c* Chromatophoren. — Vergr. 1600.

Direkte Beobachtungen über die Entstehung der Fucosanblasen habe ich nicht gemacht; ich habe aber beobachtet, daß die Chromatophoren an ihrer Oberfläche mit kleinen, körnchenähnlichen Gebilden versehen sind, die zwar junge Fucosanblasen darstellen, und es ist meines Erachtens äußerst wahrscheinlich, daß die von HANSTEEN und HUNGER gemachten Beobachtungen völlig richtig sind, d. h. dass die Fucosanblasen von den Chromatophoren gebildet werden und sich an der Oberfläche derselben entwickeln.

Betreffs des Wachstums der Fucosanblasen schreibt HANSTEEN (1900, S. 624): „In welcher Weise diese Volumvergrößerung stattfindet, habe ich nicht näher untersucht; nicht unwahrscheinlich ist es aber, daß sie durch Zusammenschmelzen mehrerer kleiner Körner zu einem größeren zustande kommt". Eine direkte Verschmelzung zweier Fucosanblasen zu einer habe ich nicht beobachtet; bedenkt man aber, daß die Fucosanblasen eine Art Vakuolen sind, muß es wohl als äußerst wahrscheinlich betrachtet werden, daß die größeren durch Verschmelzung der kleineren entstehen. — Während des Abtötens der Zellen sieht man oft, wie die Fucosanblasen miteinander zusammenfließen, bevor sie alle vollständig zerstört sind.

Ist es nun richtig, daß die Fucosanblasen unter dem Einfluß des Lichtes von den Chromatophoren gebildet werden, so müssen sie wohl auch die Assimilationsprodukte enthalten. Nach HANSTEEN (1892, S. 346) sollen diese Blasen oder, wie er sie nennt, Fucosankörnchen aus einem Kohlehydrat bestehen, das der Gruppe $(C^6H^{10}O^5)n$ angehört. Diesen Stoff nennt er Fucosan und behauptet, daß dieser Stoff eben das erste sichtbare Assimilationsprodukt der Braunalgen darstelle. Nun ist es aber sicher nachgewiesen, daß HANSTEEN's Fucosankörnchen keine Körnchen, sondern Blasen sind, und als solche können sie natürlich mehrere verschiedene Stoffe enthalten. Einer von diesen verursacht die drei wichtigsten mikrochemischen Reaktionen der Fucosanblasen, nämlich

1. die Rotfärbung bei Zusatz von Vanillin-Salzsäure,
2. die Schwarzfärbung bei Zusatz von Osmiumsäure; wenn die Fucosanblasen bei Zusatz dieses Reagenzes zerplatzen, wird der gesamte Inhalt braun gefärbt,
3. die Aufspeicherung von Methylenblau und Methylviolett.

Und zwar ist es dieser Stoff, der den Namen Fucosan verdient. Das Fucosan ist also derjenige Stoff, der in den Fucosanblasen der Phaeophyceen enthalten ist und von Vanillin-Salzsäure rot gefärbt wird (KYLIN 1912, S. 19).

In einem früheren Aufsatz (1913, S. 171) habe ich nachgewiesen, daß das Fucosan ein mit den Gerbstoffen verwandter Stoff ist. Es wird aber nicht von Eisenchlorid gefällt und ist demnach kein typischer Gerbstoff.

Unter den Reaktionen, die auf eine Verwandtschaft mit den Gerbstoffen deuten, mögen folgende erwähnt werden:

1. die Fucosanlösung wirkt stark reduzierend; sie reduziert

Silbernitrat zu metallischem Silber, Ferrisalze zu Ferrosalzen und Cuprisalze zu Cuprosalzen;

2. das Fucosan wird von Bleiacetat gefällt; vollständig wird es aber erst bei Zusatz von Bleiessig ausgefällt;
3. eine saure Fucosanlösung wird von Leimlösung gefällt;
4. die Fucosanlösung hat einen herben adstringierenden Geschmack von derselben Art wie Gerbstofflösungen.

Beim Kochen in verdünnter Schwefelsäure spaltet das Fucosan keinen Zucker ab und gehört folglich nicht den Glukosiden an (KYLIN 1913, S. 174).

Eine Fucosanlösung oxydiert schnell bei alkalischer, besonders bei ammoniakalischer Reaktion, bei neutraler Reaktion oxydiert sie bei Zimmertemperatur ziemlich langsam, bei höherer Temperatur dagegen beträchtlich schneller; bei saurer Reaktion wird die Oxydation in hohem Grade verlangsamt, nicht aber vollständig verhindert.

Bei der Oxydation des Fucosans färbt sich die Lösung zuerst gelblich, dann mehr und mehr gelbbraun, braun bis dunkel rotbraun. Das Produkt, das dabei entsteht, ist Phycophäin genannt und früher als ein Chromatophorenfarbstoff betrachtet worden. Das Phycophäin ist aber nichts anderes als oxydiertes Fucosan (KYLIN 1913, S. 172).

Seitdem es also nachgewiesen worden ist, daß das Fucosan einen gerbstoffartigen Stoff darstellt, so ist meiner Meinung nach jeder Gedanke daran abzuweisen, daß das Fucosan als das erste sichtbare Assimilationsprodukt zu bezeichnen wäre. In meinem Aufsatz „Über die Inhaltskörper der Fucoideen" (S. 25) wurde schon hervorgehoben, daß das erste sichtbare Assimilationsprodukt der Braunalgen in der gleichen Weise wie bei den höheren Pflanzen unter den Kohlehydraten zu suchen wäre, und zwar habe ich in einigen späteren Arbeiten nachweisen können, daß die Phaeophyceen einfache Zuckerarten (Dextrose), wenn auch in sehr geringen Mengen, enthalten. Die Dextrosemenge beträgt höchstens 0,1 bis 0,2 Prozent der Trockensubstanz. Dieser Stoff stellt aber meiner Meinung nach das erste Assimilationsprodukt der Braunalgen dar (vergl. KYLIN 1915, S. 401). Die Dextrose wird aber bei mehreren Phaeophyceen in ein dextrinähnliches Kohlehydrat, das Laminarin, kondensiert, und zwar entspricht dieses der Stärke der höheren Pflanzen. — Stärke fehlt vollständig bei allen Phaeophyceen.

Das Laminarin ist vom chemischen Gesichtspunkt kein einheitlicher Stoff, sondern stellt ein Gemenge von miteinander nahe verwandten Kohlehydraten dar. Es ist dextrinähnlich, unterscheidet sich aber von den Dextrinen dadurch, daß es linksdrehend ist. Durch

Hydrolyse mittelst verdünnter Schwefelsäure geht es quantitativ in Dextrose über (vergl. des näheren KYLIN 1915, S. 391).

Als Reservestoffe finden wir bei den Phaeophyceen außer dem Laminarin auch Mannit und Fett. Fett kommt bei *Ascophyllum nodosum* und den *Fucus*-Arten vor und ist außerdem in den Sporangien von *Chorda filum* (KYLIN 1912, S. 23) nachgewiesen worden. Übrigens sind Fettröpfchen in den Schwärmern von *Ectocarpus siliculosus, E. tomentosus, Stilophora rhizodes* und *Asperococcus bullosus* vorhanden. Sie werden während der Keimung der Schwärmer aufgelöst, und nach einem oder höchstens zwei Tagen besitzen die Keimlinge keine Fettröpfchen mehr. Außer den Fettröpfchen enthalten die Schwärmer auch eine reiche Menge kleiner Fucosanblasen (KYLIN 1918 (1), S. 5)

Die bisher vorliegenden Angaben über die Reservestoffe der Phaeophyceen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1. Die Reservestoffe einiger Phaeophyceen.

	Kohlehydrate in % d. Trockengewichtes	Mannit	Fett
Ascophyllum nodosum	7,1	+	+
Desmarestia aculeata	10,0	+	—
Desmarestia viridis	10,8	—?	—
Fucus serratus	19,3	+	+
Fucus vesiculosus	7,5	+	+
Laminaria digitata	21,4	+	—
Laminaria saccharina	34,2	+	—
Chorda filum	0,6	+	—
Chordaria flagelliformis	0,7	+	—
Dictyosiphon hippuroides	0,8	+	—
Ectocarpus siliculosus	2,2	?	—
Halidrys siliquosa	0,3	+	—
Stilophora rhizodes	0,8	—?	—

Die Angaben über die Mengen der Kohlehydrate sind aus meinen früheren Arbeiten (1915 und 1918 (2) zusammengestellt. Als mannithaltig können noch folgende Arten hinzugefügt werden: *Alaria esculenta, Laminaria Cloustoni, Pylaiella litoralis, Spermatochnus parodoxus* und *Sphacelaria bipinnata*. Als fetthaltig sind nur diejenigen aufgenommen, bei denen Fett in den vegetativen Teilen vorhanden ist.

Die Arten sind in der Tabelle 1 in zwei Gruppen geordnet, je nachdem die Kohlehydrate in großen oder in geringen Mengen vorkommen. In der ersten Gruppe sind die Arten mit Ausnahme von

Desmarestia viridis mehrjährig, in der zweiten sind sie dagegen mit Ausnahme von *Halidrys siliquosa* einjährig. Diese Alge ist aber besonders reich an Mannit. Bei allen Algen, die zu der ersten Gruppe gehören, ist Laminarin nachgewiesen worden. — Die Angaben in der Tabelle 1 beziehen sich auf Material, welches im Juli und August eingesammelt worden ist.

In bezug auf die *Laminaria*-Arten habe ich besonders nachweisen können, daß das Laminarin in der Tat einen Reservestoff darstellt. Im August sind diese Arten sehr reich an Laminarin. Während des Winters wird es aber verbraucht, und zwar teils zur Ausbildung der Fortpflanzungsorgane, teils zur Ausbildung eines neuen Blattes. Ende März enthält sowohl das alte als das junge Blatt nur geringe Mengen von Laminarin (KYLIN 1915, S. 398).

Es wurde oben als ziemlich sicher hervorgehoben, daß die Fucosanblasen unter dem Einfluß des Lichtes von den Chromatophoren gebildet werden, und daß sie wohl deshalb die Assimilationsprodukte enthalten müssen. Die Dextrose und das Laminarin, vielleicht auch der Mannit, werden während der Assimilation in den Chromatophoren gebildet; wahrscheinlich nehmen die Fucosanblasen diese Stoffe auf und führen sie aus diesen in die Zelle hinaus. Sie bleiben aber nicht in den Fucosanblasen eingeschlossen, sondern treten heraus und wandern von den Assimilationszellen zu dem Speicherungsgewebe. Die Fucosanblasen wandern nicht von Zelle zu Zelle. Um sicher zu entscheiden, ob das Laminarin als solches wandert oder zuerst zu Dextrose umgewandelt wird, fehlt es mir an Beobachtungen. Im Speicherungsgewebe wird das Laminarin magaziniert; es ist aber nicht notwendig, daß es wieder von den Fucosanblasen aufgenommen wird. In den besonders laminarinreichen *Laminaria*-Arten sind Fucosanblasen nur spärlich vorhanden und fehlen im allgemeinen sogar vollkommen im Speicherungsgewebe.

Meiner Meinung nach stellt das Fucosan ein Nebenprodukt dar, welches bei dem Assimilationsprozeß gebildet wird; es kann aber nicht im Zusammenhang mit der Laminarinbildung gebracht werden, da es Phaeophyceen gibt, die kein Laminarin besitzen, aber wie gewöhnlich Fucosan enthalten. *Halidrys siliquosa* ist z. B. besonders fucosanreich, entbehrt aber des Laminarins; die *Laminaria*-Arten sind besonders laminarinreich, besitzen aber nur sehr geringe Mengen Fucosan.

Die Fucosanblasen sollen demnach das Austreten der Assimilationsprodukte aus den Chromatophoren vermitteln. Diejenigen Stoffe, die beim Lebensbetriebe Verwendung finden, wandern nach und nach aus den Blasen heraus, das Fucosan, welches ein ziemlich bedeutungsloses Nebenprodukt darstellt, bleibt aber zurück. Die älteren Fucosanblasen bilden eine Art Gerbstoffbehälter, die wohl keine größere Bedeutung haben. — Nach HUNGER (1902, S. 81) soll der Gerbstoff (das Fucosan) bei *Dictyota* dieser Alge als Schutzmittel gegen Tierfraß dienen.

Upsala, im Januar 1918.

Literaturverzeichnis.

BERTHOLD, G., Studien über Protoplasmamechanik. — Leipzig 1886.

BRUNS, C., Über die Inhaltskörper der Meeresalgen. — Flora, Bd. 79, Marburg 1894.

CRATO, E., Die Physode, ein Organ des Zellenleibes. — Ber. der deutsch. bot. Ges., Bd. 10, Berlin 1892.

— — Über die HANSTEEN'schen Fucosankörnchen. — Ber. der deutsch. bot. Ges., Bd. 11, Berlin 1893.

— — Morphologische und mikrochemische Untersuchungen über die Physoden. — Bot. Zeitung, Jahrg. 51, Leipzig 1893.

HANSEN, A., Über Stoffbildung bei den Meeresalgen. — Mitteil. aus der Zool. Stat. zu Neapel, Bd. 11, Berlin 1893.

HANSTEEN, B., Studien zur Anatomie und Physiologie der Fucoideen. — Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 24, Berlin 1892.

— — Über das Fucosan als erstes scheinbares Produkt der Kohlensäureassimilation bei den Fucoideen. — Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 35, Leipzig 1900.

HUNGER, F. H. T., Über das Assimilationsprodukt der Dictyotaceen. — Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 38, Leipzig 1902.

KUCKUCK, P., Beiträge zur Kenntnis der *Ectocarpus*-Arten der Kieler Föhrde. — Bot. Centralblatt, Bd. 48, Cassel 1891.

KYLIN, H., Über die Inhaltskörper der Fucoideen. — Arkiv för Botanik, Bd. 11, Stockholm 1912.

— — Zur Biochemie der Meeresalgen. — Zeitschr. für physiol. Chemie, Bd. 83, Straßburg 1913.

— — Untersuchungen über die Biochemie der Meeresalgen. — Zeitschr. für physiol. Chemie, Bd. 94, Straßburg 1915.

— — Studien über die Entwicklungsgeschichte der Phaeophyceen. — Svensk Botanisk Tidskrift, Bd. 11, Stockholm 1918.

— — Weitere Beiträge zur Biochemie der Meeresalgen. — Zeitschr. für physiol. Chemie, Bd. 102, Straßburg 1918.

REINKE, J., Beiträge zur Kenntnis der Tange. — Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 10, Leipzig 1876.

SCHMITZ, Fr., Die Chromatophoren der Algen. — Verhandl. des naturh. Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens, Bd. 40, Bonn 1883.

3. Werner Magnus: Wund-Callus und Bakterien-Tumore.

(Eingegangen am 22. Januar 1918.)

Um die geschwulstbildende Wirkung des *Bacterium tumefaciens* Smith auf Pflanzen festzustellen, eignen sich, wie ich früher gezeigt habe (2), sehr gut ruhende reservestoffreiche Pflanzenteile, wie z. B. die Querschnitte der Zuckerrübe. Nach dieser Methode wurde von anderer Seite weiter über die tumorerzeugende Wirkung von Bakterien gearbeitet. — BLUMENTHAL und HIRSCHFELD (1) benutzten Mohrrübenscheiben; sie stellten fest, daß auf diesen Scheiben durch *B. t.* starke Tumore gebildet werden. Außerdem werden aber an ihnen auch entsprechende Tumore durch eine Reihe anderer Bakterien erzeugt, welche eine Zeitlang in Mischkulturen zusammen mit *B. t.* gewachsen waren. Sie schließen daraus, daß die tumorerzeugende Kraft des *B. t.* auf andere Bakterienrassen übertragen werden kann. — Dies gibt mir Veranlassung, einiges über die Beziehungen mitzuteilen, welche nach meinen schon 1915 unternommenen Untersuchungen zwischen der normalen Callusbildung auf Mohrrübenquerschnitten und den von Bakterien-Tumoren erzeugten Neubildungen bestehen. Wie schon für die Zuckerrübe bei Besprechung der Neubildungen auf Querschnitten ausgeführt wurde (2), besteht eine gewisse Schwierigkeit, Tumor- und Callusbildung zu unterscheiden. Auch bestehen zwischen Tumor- und Callusbildung deutliche Beziehungen. Die Callusbildung ist besonders ergiebig am Gefäßbündelring (3). Hier pflegen auch die ersten Anzeichen der Tumorbildung aufzutreten. Weiter ist ein Unterschied in der Ausgiebigkeit der Tumorbildung auf der basalen. dem Sproßende zugekehrten (oberen) und der apicalen, dem Wurzelende zugekehrte (unteren) Schnittfläche bemerkbar, die in Übereinstimmung steht mit den Unterschieden der Callus-Bildung, die an der basalen Schnittfläche gefördert ist.

Solche polaren Unterschiede der Callusbildung treten besonders bei Stengelorganen häufig auf und sind auch für die Wurzel- resp. Rübenquerschnitte beschrieben worden. — Nach RECHINGER (6) ist z. B. die Callusbildung bei *Taraxacum* und *Armoracia* (*Cochlearia*) *rusticana* am Sproßende gefördert, während bei *Medicago sativa* und *Brassica Rapa* sie am Wurzelende gefördert ist. Während ihm aber bei *Daucus Carota* eine solche Polarität nicht auffiel, treten nach meinen Beobachtungen diese Unterschiede in der Callusbildung bei der Mohrrübe häufig in besonders prägnanter Weise hervor.

Sie werden durch folgende Versuche gut illustriert: 5—6 cm lange Mohrrüben der Rasse Halblange Nantaiser Carotten wurden in etwa $^3/_4$ cm breite Schnitte zerlegt und wechselseitig die basale Schnittfläche nach oben oder nach unten in große geschlossene Petrischalen gebracht, deren Boden mit feuchtem Fließpapier bedeckt war. Die Schalen standen in einem feuchten Vermehrungshaus, so daß die Luft in ihnen ziemlich mit Wasserdampf gesättigt gewesen sein dürfte. Zum Vergleich mit den unten beschriebenen mit *B. t.* infizierten Exemplaren war die nach oben gelegene Wundfläche mit einer Platinöse sterilisierten Wassers bestrichen. Unter diesen Bedingungen treten auf den Wundflächen Neubildungen zweierlei Art auf. Die ganze Fläche bedeckt sich mit einem staubartigen Überzug, der aus Zellfäden besteht, welche aus der Teilung der freigelegten Parenchymzellen hervorgehen, und die vielleicht am besten als „Wundhaare“ bezeichnet werden[1]). Unterschiede im Verhalten der basalen oder apicalen Schnittflächen oder zwischen den dem Fließpapier anliegenden und den frei in die feuchte Luft ragenden Seiten lassen sich nicht erkennen. Von diesen Wundhaaren unterscheidet sich deutlich das eigentliche Callusgewebe, das sich bald höckerig über die Schnittflächen erhebt. Sie zeigten nach 18 Tagen folgendes Verhalten:

Versuch I.

Die gesperrtgedruckten Flächen liegen nach oben.

27. 12.—8. 1. Kontrolle.

Schnitt	basale Schnittfläche	apicale Schnittfläche
	Mohrrübe A	
1	Anschnitt	perlförmige Callusbildung in der Cambiumzone
2	nichts	dito
3	nichts	ringförmiger Callus-Wulst in der Cambiumzone
4	nichts	dito
5	nichts	dito
6	nichts	dito Callus centripetal ausstrahlend
7	nichts	zusammenhängender Callus, der Cambium und Innenzone bedeckt
8	nichts	Spitze

---

[1]) Derartige Bildungen werden von VÖCHTING (10) an Kohlrabiwunden beschrieben.

Schnitt	basale Schnittfläche	apicale Schnittfläche
	Mohrrübe B.	
1	Anschnitt	perlförmige Callusbildung in der Cambiumzone teilweise ergrünt
2	nichts	dito nicht ergrünt
3	nichts	ringförmiger Callus-Wulst in der Cambiumzone
4	nichts	dito
5	nichts	dito
6	nichts	dito
7	verfault	
8	verfault	

Mohrrübe C.

Schnitt 1—8. Sproß- und Wurzelende ohne Callus, jedoch mit Wundhaaren.

Diese Versuche zeigen, daß nur auf der dem Wurzelende zugekehrten Schnittfläche, ganz gleichgültig ob sie nach unten gewendet dem feuchten Fließpapier aufliegt oder frei in den feuchten Raum der Petrischale hineinragt, sich eine deutliche Callusbildung entwickelt. Diese Callusbildung verläuft im wesentlichen in der Zone des Cambiumringes und dehnt sich von dort öfters centripetal aus. Je näher der Schnitt dem Wurzelhalse liegt, desto mehr neigt die Callusbildung zu isolierter Höckerbildung. Wie die dritte Rübe zeigt, läßt der physiologische Zustand der Rübe unter Umständen eine deutliche Callusbildung nicht zu.

Diese Versuche dienten als Kontrolle für die gleichzeitig unter den genau gleichen Bedingungen angestellten Versuche mit Rübenscheiben, die auf der nach oben gelegenen frei in den feuchten Raum der Petrischale hineinragenden Seite mit *B. t.* infiziert waren. — Die Infektion geschah mit der Kultur eines von KRAL, Prag, bezogenen Stammes durch Bestreichen einer Bakterienaufschwemmung in sterilem Wasser mit der Platinöse. Unterschiede in der Wundhaarbildung an beiden Enden oder zwischen infizierter und nicht infizierter Schnittfläche sind nicht vorhanden.

Versuch I.

27. 12.—8. 1.

Die nach oben gewendeten und mit *Bacterium tumefaciens* infizierten Flächen sind gesperrt gedruckt.

Schnitt	basale Schnittfläche	apicale Schnittfläche
	Mohrrübe D	
1	Anschnitt	**mächtige ringförmige Gewebeneubildung in der Cambiumzone**
2	**2 große, perlförmige Neubildungen in der Cambiumzone, 4 in der Rindenzone, zahlreiche kleine**	kaum angedeutete Hervorwölbung in der Cambiumzone
3	nichts	wie 1
4	**perlförmige Neubildungen in der Cambiumzone, einige kleine in der Rindenzone**	wie 2
5	nichts	wie 1 **in großen höckerigen Erhebungen in das Rindenparenchym ausstrahlend**
6	**nichts**	ringförmiger Callus-Wulst in der Cambiumzone
7	nichts	wie 5
8	**perlförmige Neubildungen in der Cambium- und Innenzone**	Spitze
	Mohrrübe E	
1	Anschnitt	**mächtige ringförmige Gewebeneubildung in der Cambiumzone**
2	**etwa 20 große perlförmige Neubildungen in der Cambium-, Innen- und Rindenzone**	nichts
3	verfault	
4	verfault	
5	nichts	**Cambium- und Innenzone von einer zusammenhängenden mächtigen Neubildung bedeckt**
6	verfault	
7	verfault	

Schnitt	basale Schnittfläche	apicale Schnittfläche
	Mohrrübe F	
1	Anschnitt	Cambium- und Rindenzone mit zahlreichen großen perlförmigen Neubildungen
2	Cambium und Rindenzone mit zahlreichen großen perlförmigen Neubildungen	ganz schwache Vorwölbung in der Cambiumzone
3	nichts	mächtige zusammenhängende höckerige Neubildung Cambium und Innenzone bedeckend
4	Cambium, Innen- und Rindenzone mit zahlreichen perlförmigen Neubildungen	wie 2
5	nichts	wie 3 und Rindenzone mit kleinen isolierten Neubildungen
6	Cambium und Innenzone mit zusammenhängender Neubildung bedeckt, Rinde mit kleinen perlförmigen Neubildungen	Spitze

Im Gegensatz zu den nicht infizierten Rübenschnitten entwickeln die infizierten fast stets, ganz gleich ob die basale oder apicale Schnittfläche infiziert ist, nur auf dieser deutliche Neubildungen. Die stärkste Neubildung zeigt sich aber fraglos am Wurzelende. Hier ist der Cambiumring vielfach zu mächtigen, die normalen Callusbildungen um das Vielfache übertreffenden Wucherungen ausgewachsen, die oft centripetal auf die ganze Innenzone übergreifen aber auch nach dem Rindenparenchym zu ausstrahlen. In diesem treten auch vielfach isolierte perlartige Neubildungen auf, die auf den Kontrollexemplaren gänzlich fehlen. Während aber die dem Sproßende zugekehrte Schnittfläche normaler Weise keine Callus-Wucherungen besitzt, entstehen vielfach sowohl in der Cambiumzone wie auch besonders im Rindenparenchym zahlreiche Neubildungen. Diese fehlen nur in ganz wenigen Fällen. Auch die nicht infizierten, also dem feuchten Fließpapier aufliegenden Schnittflächen unterscheiden sich von den der nicht infizierten Mohrrüben des Kontrollversuches. Während dort überall am Wurzelende deutliche Callus-Wucherungen auf dem Cambium sich bildeten, sind dieselben hier nicht gebildet oder sind nur schwach angedeutet. Daß es sich bei diesen Mohrrüben nicht etwa um solche handelt, die überhaupt normaler Weise zu einer Callusbildung physiologisch nicht befähigt sind, ergibt sich daraus, daß auf demjenigen Schnitt, (D, 6) bei dem Neubildungen auf dem infizierten Sproßende nicht stattgefunden haben, ganz normal ein deutlicher Callusring am Wurzelende gebildet wird. Es handelt sich um einen Fall der Correlation zwischen den beiden Schnittflächen, wie er auch sonst vielfach bei polaren Callusbildungen beobachtet wurde. (SIMON (8), REUBER (7).) Während es sich aber dort wohl stets darum handelt, daß die Unterdrückung der Callusbildung am prädisponierten Ende eine Callusbildung an dem entgegen gesetzten hervorruft, haben wir hier den entgegengesetzten Fall daß eine durch äußere Verhältnisse hervorgerufene Förderung von Neubildungen an dem nicht prädisponierten Ende Callusbildung an dem prädisponierten Ende unterdrückt. Für die Beziehungen zwischen Callus- und Neubildungen durch Bakterien ergibt sich also aus diesen Versuchen, daß an dem für die Callusbildung prädisponiertem Wurzelende wie an dem hierfür nicht prädisponiertem Sproßende der Rübe durch Bakterien an der Wundfläche Gewebewucherungen hervorgerufen werden. Diese sind aber an dem prädisponierten Ende gegenüber dem nicht prädisponierten wesentlich gefördert und übertreffen zugleich um das Vielfache die normale Callusbildung. In ihrer Wirkung auf den antagonistischen Callus sind Neubildungsgewebe und Callus gleichzusetzen.

Wie bekannt ist die Callusbildung weitgehend von dem physiologischen Zustand des Pflanzenteiles und den äußeren Bedingungen abhängig. Dementsprechend lassen die einzelnen Versuchsreihen gewisse Unterschiede erkennen. – Versuch II: 30. IV.—13. V. Etwa 20 cm lange Mohrrüben der Rasse gelbe Futterrübe, deren oberes Sproßende einen Durchmesser von etwa 8 cm besaß, wurde in etwa $1^1/_2$ cm dicke Schnitte zerlegt und in Petrischalen gebracht Die Schalen wurden im Zimmer im Licht aufbewahrt. Die Querschnitte wurden in zwei Hälften zerlegt, von denen eine als Kontrolle diente, während die andere mit einer Bakterienaufschwemmung infiziert wurde. — Bei den nicht infizierten Kontrollhälften läßt sich schon nach 4 Tagen eine deutliche Hervorwölbung der Region des Cambiumringes nur am Wurzelende erkennen, in gleicher Weise an den dem Fließpapier aufliegenden wie auf den frei in die Petrischale hineinragenden Seiten. Nach 14 Tagen hat sich an dem Wurzelende wiederum ganz gleich, ob dem Fließpapier anliegend oder nicht, reichlich Callus in der Cambiumregion gebildet, der aus zahlreichen runden Protuberanzen besteht, welche besonders an den weiter der Spitze der Rübe zu gelegenen Schnitten zu einem einheitlichen Wulst zusammenfließen. Außerdem hatten sich aber auch auf der Rindenregion zahlreiche Protuberanzen bis etwa 8 mm vom Cambiumring entfernt gebildet, welche nach innen zu in ihrer Größe abnehmen. — Sämtliche nicht infizierten dem Sproßende zugewendeten Schnittflächen sind hingegen am Cambiumring frei von jeder Callusbildung. Auf der Rindenschicht lassen sich wenige ganz kleine Protuberanzen erkennen, die sich kaum von den Wundhaaren unterscheiden.

Die infizierten apicalen Schnittflächen besitzen zu dieser Zeit eine dicke etwa 5 mm breite Wulst von Gewebeneubildungen in der Cambiumregion. Diese Neubildungen stellt vielleicht das zehnfache der Callusmasse der nicht infizierten Kontroll-Hälfte dar. Außerdem treten in der Rindenregion einzelne isolierte Neubildungen auf, die um vieles größer sind als die Callus-Protuberanzen der Kontrolle. —

Die infizierten basalen Schnittflächen sind vollständig ohne Neubildung in der Cambiumzone, besitzen aber einzelne große isolierte Neubildungen in der Rindenzone, und zwar auf Schnitt 1, der sehr nahe dem Wurzelhalse geführt wurde, 11, Schnitt 3=2, Schnitt 5=3, Schnitt 7=3, Schnitt 9=3, Schnitt 11 keine, Schnitt 13=1 große Neubildung. Die nicht infizierten apicalen Schnittflächen zeigen die normale Callusbildung der Kontrolle, ebenso wie das Sproßende derjenigen Schnitte, welche am Wurzelende infiziert sind, stets callusfrei sind. — In diesem Versuch tritt der Zusammenhang zwischen Callusbildung und Gewebeneubildung durch Bakterien wiederum deutlich hervor. Nur dort, wo sich normaler Weise Callus bildet, erfolgt auch nach Bakterien-Infektion eine ausgiebige Gewebeneubildung. Im Gegensatz zu Versuch I treten am Sproßende die Gewebeneubildungen nur in sehr beschränktem Maße auf und bleiben dementsprechend auch ohne korrelativen Einfluß auf die Callus-Bildung der antagonistischen Seite. — Wie schon früher (5) gezeigt wurde, dürfen trotz dieser Beziehungen Tumor- und Callus-Bildung nicht durchaus gleichgesetzt werden. Die Bakterien-Neubildungen haben vielfach eine beschränkte Lebensdauer und sterben oft unter Fäulniserscheinung ab. Die aus ihnen hervorgegangenen organischen Neubildungen sind vielfach anormal gestaltet. In wieweit auch anatomische Unterschiede vorliegen, soll an anderer Stelle erörtert werden.

Unter Beachtung der Beziehung zwischen Tumor- und Callusbildung hat sich die Methode der Rübenquerschnitte zur Untersuchung der tumorerzeugenden Kraft der Bakterien in meinen Versuchen durchaus bewährt und wurde zusammen mit der Impfung an Pelargonien in ausgedehntem Maße in Anwendung gebracht. — Bei Versuchen auf Zuckerrübenschnitten hatten sich von den mir von FRIEDEMANN übergebenen Bakterienstämmen alle pflanzenpathogenen als tumorerregend, alle tierpathogenen anfangs als unwirksam erwiesen (3). Bei dem Impfen an Pelargonien zeigte sich nur der aus einer eiternden Darmerkrankung isolierte Stamm „Fichte" als stark tumorerregend. Alle übrigen zahlreichen mir noch späterhin von FRIEDEMANN übergebenen, aus dem Menschen isolierten Bakterienstämme blieben unwirksam. Hiermit in voller Übereinstimmung standen die Versuche auf Mohrrübenscheiben[1]). — Diese durch lange Zeit fortgesetzten Versuche bildeten die Grundlage, auf der es schließlich nach manchen Umwegen FRIEDEMANN (4) zu zeigen gelang, daß in den von uns benutzten Kulturen mehrere kaum trennbare Bakterienstämme vereint wachsen, von denen ausschließlich das typische SMITHsche *Bacterium tumefaciens* Neubildungen hervorzurufen vermag. — So kommt FRIEDEMANN zu dem Schluß: „Nur im Stamm Kiefer [identisch mit dem Stamm Fichte] war es uns gelungen, das *Bacterium tumefaciens* (Smith und Townsend) vom Menschen zu züchten und zwar in Symbiose mit einem *B. proteus.* Da es sich jedoch in diesem Fall um eine Züchtung aus den Fäces und nicht aus dem Gewebe handelte, so dürfte es auch hier nicht gerechtfertigt sein, dem *B. tumefaciens* eine menschenpathogene Rolle zuzuschreiben. Wahrscheinlich wurde es mit der Nahrung aufgenommen und im Darm ausgeschieden." Da aus allen unseren Beobachtungen folgt, daß das SMITHsche *Bacterium* von anderen Bakterien gewissermaßen in larvierter Form mitgeschleppt werden kann, weist FRIEDEMANN (4) mit Recht darauf hin, daß man besonders vorsichtig sein muß, bevor man ein aus der Pflanze herausgezüchtetes *Bacterium* als Pflanzenkrebs-Erreger ansieht.

---

[1]) Die geringen nach Infektion durch die Stämme PEIL u. SCHMIDT an Kartoffeln hervorgerufenen Wucherungen, die vermutungsweise als Bakterien-Tumore aufgefaßt wurden (3), sind nicht als beweiskräftig anzusehen. Es scheint die Kartoffel zu Callusbildungen sehr zu neigen, da nach SMITH (9) derartige Wucherungen auch nach Impfung durch das sonst nicht tumorerzeugende *Bacterium solanacearum* entstehen. Es soll aber nicht unerwähnt bleiben, daß aus der Peil-Neubildung an Kartoffeln ein typischer tumorerzeugender Stamm gezüchtet wurde. Es muß so mit die Möglichkeit zugegeben werden, daß er von einer oberflächlichen Verunreinigung der Geschwulst von *B. t.* herstammte.

Schon nach diesem Befund muß sich ein starker Zweifel gegen die Richtigkeit der von BLUMENTHAL und HIRSCHFELD ausgesprochenen Anschauung aufdrängen, daß sich die tumorerzeugende Kraft des *B. t.* nach Mischkulturen auf andere Bakterien überträgt. — Indem sie die tumorerzeugende Kraft der Bakterien mit der Methode der Mohrrübenscheiben untersuchten, dürften sie aber auch die normale Callus-Bildung von den durch Bakterien hervorgerufenen Neubildungen nicht genügend unterschieden haben; denn bei der Beurteilung, ob Bakterien auf Rübenscheiben Tumore hervorrufen, ist unbedingt ein Kontrollversuch mit Berücksichtigung des polaren Verhaltens der Schnittflächen notwendig. Ich schließe dies besonders aus folgender ihrer Beobachtungen: „Ein Unterschied [nämlich zwischen *B. t.* und dem angeblich tumorerzeugenden *Diplococcus*] ist aber auffallend, daß bei dem *Diplococcus* die Tendenz vorhanden ist, durch die Rübenscheiben hindurchzuwachsen und eine Tumorbildung auf der nicht geimpften Seite der Rübenscheiben zu erzeugen, manchmal sogar auf dieser allein. Diese Erscheinung kann zwar beim *Diplococcus* fehlen und auch beim *B. tumefaciens* vorkommen, aber sie wurde bei letzterem von uns nur in geringem Grade gefunden.“ Ich habe ein solches Durchwachsen bei meinen zahlreichen Versuchen nicht beobachtet, und es liegt der Verdacht nahe, daß es sich um normale Callus-Bildung auf der hierzu prädisponierten Seite gehandelt hat.

Neben dieser mehr praktisch diagnostischen Bedeutung der Beziehungen zwischen Neubildung nach Verwundung und nach Bakterien-Infektion scheinen sie auch für das Verständnis des Zustandekommens der Bakterien-Neubildungen als solche nicht unwichtig. Aus allen bisherigen Versuchen dürfte zu folgern sein, daß, obgleich das *B. tumefaciens* in der Natur anscheinend weit verbreitet ist, es dennoch nur in seltenen Fällen imstande ist, spontane Neubildungen hervorzurufen, und daß neben der Einwirkung großer Bakterien-Mengen eine ganz spezielle Disposition der Pflanze erforderlich ist. Diese Disposition scheint im wesentlichsten in dem durch die Verwundung bedingten und durch sie angeregten Neubildungsprozessen zu bestehen, die durch das *B. t.* weit über das normale Maß gesteigert werden und schließlich auch zu einer, das Normale weit übersteigenden anormalen Gewebe- und Organbildung führen können (5). —

Diese Ähnlichkeit mit den tierischen Krebsgeschwülsten läßt es nach wie vor auch im Hinblick auf die Krebs-Ätiologie als äußerst wichtig erscheinen, immer tiefer in das Wesen der durch *B. tumefaciens* an Pflanzen hervorgerufenen Neubildungen einzudringen, und es ist lebhaft zu begrüßen, daß das Berliner Universitäts-Institut für Krebsforschung auch diese Pflanzengeschwülste in das Bereich seiner Untersuchungen gezogen hat (1), wobei allerdings bei der Schwierigkeit des Objektes auf botanische Mithilfe nicht verzichtet werden sollte.

Literatur.

1. Blumenthal, Ferd. u. Hirschfeld, H. Untersuchungen über bösartige Geschwülste bei Pflanzen und ihre Erreger (aus Blumenthal: Bericht über die Tätigkeit im Universitätsinstitut für Krebsforschung an der Kgl. Charité in Berlin am 11. April 1915 bis 1. April 1916). Zeitschrift für Krebsforschung Bd. XVI, 1917, p. 51, m. Tafel I u. II.
2. Friedemann, U. u. Magnus, W: Die Tumorbildung an Pflanzen. Einfluß der Tierpassage (aus Friedemann, U., Bendix, Hassel u. Magnus, W. Der Pflanzenkrebserreger (*B. tumefaciens*) als Erreger menschlicher Krankheiten). Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, Bd. 80, 1915, p. 126.
3. Friedemann, U. u. Magnus, W. Das Vorkommen von Pflanzentumore erzeugenden Bacterien im kranken Menschen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. XXXIII, 1915, p. 96.
4. Friedemann, U. Weitere Mitteilungen über das *Bacterium tumefaciens*. Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten. Bd. 84, 1917, p. 249.
5. Magnus, W. Durch Bakterien hervorgerufene Neubildungen an Pflanzen. Sitzber. d. Ges. naturf. Freunde Berlin 1915, p. 263, Taf. 9—13.
6. Rechinger, Untersuchungen über die Grenzen d. Teilbarkeit im Pflanzenreich. Abh. d. Zoolog. Bot. Ges. Wien, Bd. 43, 1893, p. 310.
7. Reuber, A. Experimentelle und analytische Untersuchungen über die organisatorische Regulation von *Populus nigra* etc. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. 34, 1912, p. 281.
8. Simon, S. V. Experimentelle Untersuchungen über die Differenzierungsvorgänge im Callusgewebe von Holzgewächsen. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 40, 1908, p. 103.
9. Smith, Erw. F. Bacteria in relation to plant disease. Vol. II, Wash. Carneg.-Instit.
10. Vöchting, H. Experimentelle Anatomie u. Pathologie des Pflanzenkörpers. Tübingen 1908.

4. Clara Zollikofer: Über das geotropische Verhalten entstärkter Keimpflanzen und den Abbau der Stärke in Gramineen-Koleoptilen.

(Eingegangen am 22. Januar 1918).

(Vorläufige Mitteilung).

Die experimentelle Entstärkung geotropisch reizbarer Organe ist seit den Eingipsungsversuchen von NĚMEC[1]) verschiedentlich angestrebt worden[2]), um den Anteil der Stärkekörner an dem Vorgang der Geoperzeption zu beleuchten. Eindeutige Resultate wurden aber nicht erzielt, da die umlagerungsfähige Stärke in Wurzeln und Stengeln sich als sehr widerstandsfähig erweist und die bisherigen Entstärkungsmethoden weitgehendste Schädigung der Versuchsobjekte nicht vermeiden konnten. An Keimpflanzen, die 1—4 Tage belichtet gewesen waren, gelang mir nun durch nachträgliche Verdunklung die Entstärkung ihrer Hypokotyle, ehe Wachstum und Reizperzeption sistiert waren, und mit solchen völlig stärkefreien, aber noch reaktionsfähigen Pflanzen führte ich eine Reihe von Versuchen aus, um ihr Verhalten gegen den Schwerereiz zu prüfen.

Als Versuchsmaterial dienten Keimpflanzen verschiedener Kompositen, deren Stärkegehalt im Hypokotyl auf die Gefäßbündelscheide beschränkt ist. Weitaus am geeignetsten erwies sich infolge seiner großen Widerstandsfähigkeit und geringen Neigung zum Etiolement *Tagetes erecta aurantiaca*. Versuche mit Keimlingen von *Dimorphotheca aurantiaca*, *Calendula officinalis grandiflora*,

---

1) NĚMEC, B., Ueber die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot., XXXVI., 1901.

2) Vergl. DARWIN, F., The Statolith-theory of Geotropism. Proc. Royal Soc. London, Vol. 71, 1903. — BUDER, J., Untersuchungen zur Statolithenhypothese. Diese Ber. XXVI., 1908. — RUTTEN-PEKELHARING, J. C., Untersuchungen über die Perzeption des Schwerkraftreizes. Rec. trav. bot. néerl. VII, 1910. — NĚMEC, B., Der Geotropismus entstärkter Wurzeln. Diese Ber. XXVIII, 1910. — BLOCK, A., Ueber Stärkegehalt und Geotropismus der Wurzeln von *Lepidium sativum* usw. Beih. z. bot. Ctrlbl. 28 I, 1912. — DEWERS, F., Untersuchungen über die Verteilung der geotropischen Sensibilität an Wurzeln und Keimsprossen. Beih. z. bot. Ctrlbl. 31 I, 1914.

Helianthus annuus und *Helianthus multiflorus* ergaben nicht ganz so günstige, aber völlig gleichsinnige Resultate. Ich beschränke mich hier auf die Besprechung der Versuche mit *Tagetes*, die sich am vollständigsten durchführen ließen.

Bei Aufzucht unter dauerndem Lichtabschluß läßt sich ein Abbau der beweglichen Stärke erst nach tagelangem Wachstum der Keimlinge und auch dann bloß in geringem Maße erzielen. Die Versuchspflanzen, serienweise in rechteckigen, leicht horizontal zu legenden Tonkästen in Erde angezogen, wurden deshalb von der Keimung ab 2 bis 4 Tage hell kultiviert und dann in großen Zinkblechkästen dunkel gestellt. Eine Verdunkelung von 3 bis 4 Tagen genügte nunmehr, um die Entstärkung der Hypokotyle zu bewirken. Als Kriterium für den vollständigen Abbau der Statolithen bei der überwiegenden Mehrzahl der Versuchspflanzen galt mir das Fehlen jeglicher Stärke bei $^1/_4$—$^1/_3$ der Pflanzen einer Serie, was durch Untersuchung von Längsschnitten mit Jodjodkalium bei 345 facher Vergrößerung festgestellt wurde. Schwach etiolierte Exemplare, die stets noch etwas Stärke aufwiesen, wurden vor Beginn des Versuchs entfernt. Dieses Material konnte nun auf seine Reaktionsfähigkeit hin geprüft werden. Das Wachstum wurde kontrolliert, indem die an ihrer oberen Grenze mit Tusche markierten Hypokotyle mit dem Horizontalmikroskop zu Anfang und Ende des Versuchs gemessen und so der Zuwachs während dieser Zeit ermittelt wurde. Um auch geringfügigste Krümmungen noch mit Sicherheit feststellen zu können, befestigte ich feine Glasnadeln am oberen Ende des Hypokotyls mit einem Tröpfchen Gipsbrei. Zur geotropischen Reizung wurden die so vorbereiteten Pflanzen durch einfaches Umlegen im Dunkelkasten während 24 Stunden in Horizontallage exponiert. Ich wählte die Reizdauer so lange, weil bei der unvermeidlichen Schwächung der Versuchspflanzen der Reaktionsverlauf beträchtlich verlangsamt war. Nach Beendigung des Versuchs wurde jeweilen der Stärkegehalt sämtlicher Pflanzen festgestellt.

Zunächst führte ich eine Anzahl Versuche aus, in denen das entstärkte Material lediglich geotropisch gereizt wurde. Das Ergebnis war, daß die Pflanzen, trotzdem sie in ihrer Mehrzahl noch ein durchschnittlich nicht unbeträchtliches Längenwachstum aufwiesen, zum großen Teil nicht mehr auf den Schwerereiz reagierten. Die sofortige Untersuchung ergab bei allen nicht gekrümmten Keimstengeln vollständiges Fehlen von Stärke. Diejenigen Exemplare aber, die sich geotropisch gekrümmt hatten, besaßen noch Reste von deutlich beweglicher Stärke.

In den wenigen Fällen, wo solche nicht nachweisbar war, zeigten in manchen Scheidenzellen die Chloroplasten die Lagerung an den physikalisch unteren Längswänden, welche von den Statolithen zu erwarten gewesen wäre. Das dürfte darauf hindeuten, daß ihre Umlagerung noch vor dem Abbau der letzten Stärkereste eingetreten, dieser somit erst im Verlauf der geotropischen Reizung erfolgt war.

Ob dies Ergebnis mit Recht zugunsten der Statolithentheorie zu deuten ist, ließ sich aber erst entscheiden nach Beantwortung der Frage, wie weit die auch bei diesem Entstärkungsverfahren nicht ganz zu umgehende Schädigung der Versuchspflanzen reicht. Ich untersuchte zunächst ihr Verhalten nach Wiederbelichtung. Von zwei gleich alten und gleichzeitig entstärkten und geotropisch gereizten Serien brachte ich nach Beendigung der Exposition die eine ins Gewächshaus, wo sie unter normalen Bedingungen weiterkultiviert wurde, während ich die Kontrollserie auf ihren Stärkegehalt hin untersuchte. Die ungekrümmten Kontrollpflanzen erwiesen sich in allen Fällen als stärkefrei; dasselbe durfte somit auch für die weiter zu kultivierenden Serien angenommen werden. Diese reagierten nach 1½—2 Tagen bereits wieder kräftig auf erneute geotropische Reizung und besaßen zu dieser Zeit reichliche Mengen neugebildeter, noch kleiner, aber gut beweglicher Stärkekörner. Auf eine tiefgreifende Schädigung der Pflanzen durch den Lichtentzug war daraus nicht zu schließen. Doch konnte der Verlauf ihres Wachstums vom Tage der Verdunkelung ab einen weiteren Maßstab für den Grad ihrer Schwächung bieten. Ich führte die Messung der täglichen Zuwachsgrößen durch, einerseits vom Tage der Verdunklung bis zur ersten geotropischen Reizung, anderseits vom Punkt der vollständigen Entstärkung bis zur zweiten Reizung, nach Regeneration der Stärke in wiederbelichteten Keimlingen. Im ersten Fall stellte sich der durchschnittliche tägliche Zuwachs der verdunkelten Pflanzen in Mikrometerteilstrichen (1 Teilstrich = 0,079 mm) folgendermaßen:

1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag (geotrop. Reizung)
21,8	7,4	3,5	5,0

gegenüber im Mittel 20 Teilstrichen bei einer hell weiterkultivierten Kontrollserie. Im zweiten Fall, an entstärkten und darauf wiederbelichteten Pflanzen fand ich folgende Durchschnittswerte:

Tag der 1. geotr. Reizung	Wiederbelichtung			
	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag (2. geotr. Reizg.)
3,7	2,4	3,3	3,5	10,7

Den tiefsten Punkt erreichte die Wachstumsfähigkeit also am 1. Tage der Wiederbelichtung, wo der Zuwachs bei manchen Exemplaren vorübergehend auf Null herabsank. Im ganzen ließ aber der Rückgang nicht auf eine so starke Schädigung schließen, daß daraus allein das Ausbleiben der geotropischen Reaktion erklärt werden konnte.

Sollte dieses mit Sicherheit auf das Fehlen der Statolithenstärke zurückgeführt werden, so war jedoch noch der Nachweis zu erbringen, daß das Protoplasma nicht etwa seine Sensibilität eingebüßt hatte, sondern gegen andere Reize mittlerer Intensität noch empfindlich war. Dazu dienten Parallelversuche, bei denen jeweilen von zwei Serien gleichaltriger und gleichzeitig entstärkter Pflanzen die eine Serie in der bisherigen Weise geotropisch, die andere dagegen im kohlensäurefreien Raum phototropisch gereizt wurde, indem sie mit einer Schale konzentrierter Kalilauge unter eine luftdicht schließende Glasglocke gebracht und das Ganze durch Ueberstülpen eines phototropischen Kastens mit kreisförmiger Oeffnung einseitiger Tagesbeleuchtung ausgesetzt wurde. In Tabelle 1 sei ein Beispiel aus diesen Versuchen angeführt. Krümmungen bis zu 20° sind als schwach bezeichnet, solche von 20—50° als mäßig, über 50° als stark. Der Zuwachs bedeutet die Verlängerung der Mittellinie.

Bei allen noch wachstumsfähigen Pflanzen liegt eine mehr oder weniger kräftige phototropische Krümmung vor, während die geotropische Krümmung bei der Schwesterserie ausblieb, soweit die Keimlinge völlig entstärkt waren. (Nr 8 und 10 zeigten ihre stärkefreien Chloroplasten teilweise gleich Statolithen verlagert, woraus, wie oben erwähnt, auf deren Stärkegehalt zu Beginn der Reizung zu schließen war. Schwache Krümmungen ohne meßbare Verlängerung der Mittellinie, wie bei Nr. 16, traten auch bei phototropischer Reizung wiederholt auf.) Dieses an einer größeren Reihe von Versuchen übereinstimmend erhaltene Resultat bestätigte sich ebenfalls, wenn ich entstärkte Keimlinge nach 24stündiger, erfolgloser geotropischer Reizung nunmehr im kohlensäurefreien Raum einseitiger Belichtung aussetzte: annähernd alle Pflanzen, die weiteren Zuwachs aufwiesen, reagierten noch auf den Lichtreiz, obgleich durch den verlängerten Hungerzustand die Reizempfindlichkeit des Protoplasmas ja weiter herabgesetzt sein mußte als zur Zeit der geotropischen Exposition.

Es bestand allerdings die Möglichkeit, daß das Licht als tonischer Faktor die geschwächte Sensibilität der ent-

Tabelle 1.

Tagetes crecta.

Geotropische und phototropische Reizung nach Entstärkung.

24. VIII. Aussaat. 1. IX. Verdunkelt. 4. IX. Kontrollen stärkefrei.
4.—5. IX. Geotropische, bzw. phototrop. Reizung.
Die mit * bezeichneten Pflanzen waren schwach etioliert.
Wert eines Teilstrichs 0,079 mm.

Geotropische Reizung					Phototropische Reizung				
Nr.	Hypokotyllänge mm	Zuwachs in 24 Std. Teilstriche	Krümmung	Stärkegehalt	Nr.	Hypokotyllänge mm	Zuwachs in 24 Std. Teilstriche	Krümmung	Stärkegehalt
1	13	1	—	0	1	14	8	schwach	0
2	11	2	—	0	2	14	6	mäßig	0
3	12	5	—	0	3	16	6	schwach	0
4	9	3	—	0	4	9	2	,,	0
5	13	4	—	0	5	14	7	mäßig	0
6	14	5	mäßig	wenig	6	16	5	schwach	0
7	14	26	mäßig	wenig	7	13	17	mäßig	0
8	17	7	schwach	0	8	11	7	,,	0
9	13	3	—	0	9	15	8	,,	0
10	20	12	schwach	0	10	17	16	stark	0
11	16	6	—	0	11	12	0	—	0
12	13	4	schwach	wenig	12	16	0	—	0
13	14	7	—	0	13	15	21	mäßig	0
14	18	3	—	0	14	17	10	,,	0
15	11	4	—	0	15	19	7	,,	0
16	13	0	schwach	wenig	16	12	16	stark	0
17	14	3	—	0	17	20	26	,,	0
18	10	0	—	0	18	20	6,5	,,	0
19	10	3	—	0	19*	12	31	,,	Spuren
20	13	5	—	0	20	18	9	,,	0
21	10	3	—	0	21*	21	30	,,	Spuren
22	11	7	—	0	22	19	10	schwach	0
23	14	2	—	0					

stärkten Keimpflanzen reaktiviert hatte, zumal in einigen Versuchen der durchschnittliche Zuwachs der geotropisch gereizten Serie unter demjenigen der phototropisch gekrümmten Kontrollpflanzen blieb. Ich nahm deshalb die geotropische Reizung im diffusen Lichte vor, indem ich die Pflanzen in horizontaler Stellung um die vertikale Achse eines kleinen Klinostaten rotierte, der in einem geräumigen, einseitig mit Glaswand versehenen Zinkblechkasten mit kohlensäurefreier Atmosphäre aufgestellt war. Die geotropische Reaktion trat bei dieser Anordnung ebenso wenig ein wie beim Dunkelversuch, und auch eine Beeinflussung der geradlinigen Wachstumsgeschwindigkeit durch das Licht war nicht festzustellen. Damit dürfte die direkte Vergleichbarkeit der ausgeführten Parallelversuche erwiesen sein, zumal bei den phototropischen Kontrollreizungen der Prozentsatz der reaktionsfähigen Pflanzen sich auf annähernd gleicher Höhe hielt, wie derjenige der noch wachstumsfähigen bei den geotropischen Versuchen. Auch die gemessenen Zuwachsgrößen bewegten sich im allgemeinen in gleichen Grenzen, wären also mehr als ausreichend gewesen, um auch die geotropische Krümmung zu ermöglichen. Daß schon der geradlinige Zuwachs von 2 Teilstrichen dafür genügt hätte, soll in einer ausführlicheren Publikation dargelegt werden.

Der Vergleich mit den phototropisch gereizten Kontrollserien zeigte ferner, daß letzte, nicht völlig aufgelöste Stärkereste nicht etwa als Energiequelle einen merklichen Einfluß auf die Reaktion ausüben: weder die Zuwachsgröße, noch der Grad der Krümmung wiesen bei phototropisch gereizten Keimlingen irgendwelche Beziehung zu gelegentlich vorhandenen Stärkeresten auf, außer wo es sich um schwach etiolierte Exemplare handelte. Dagegen trat bei geotropischer Reizung im allgemeinen ein Zusammenhang zwischen der Menge der noch nachweisbaren Statolithenstärke, sofern es nur geringe Reste waren, und der Intensität der Krümmung zutage, wie er von DARWIN[1]) und BLOCK[2]) beobachtet wurde. Bei etwas ansehnlicheren Stärkemengen wurde in meinen Versuchen infolge der langen Exposition teilweise bereits die maximale Krümmungsintensität erreicht. Als Reservestoff, der den entstärkten Keimlingen noch weiteres Wachstum ermöglichen konnte, ließ sich ein fettes Oel im Rindenparemchym feststellen, ein Beweis dafür, daß noch kein extremer Hungerzustand vorlag.

Wenn also von entstärkten Keimstengeln der Schwerereiz nicht mehr beantwortet wird, während einseitig einwirkendes Tageslicht an Kontrollpflanzen oder nachträglich sogar an den gleichen Versuchspflanzen noch deutliche tropistische Krümmungen auszulösen vermag, wenn ferner eine relativ kurze Belichtung genügt, um die Pflanzen zur Neubildung von beweglicher Stärke zu veranlassen, mit deren Auftreten erneute geotropische Reaktionsfähigkeit sofort Hand in Hand geht, so sprechen diese Ergebnisse zweifellos für eine maßgebende Beteiligung des Statolithenapparates an der Geoperzeption.

---

1) DARWIN, F., a. a. O.

2) BLOCK, A., a. a. O.

Einen weiteren Beitrag zum Verhalten der Statolithen lieferten Versuche mit Gramineen-Keimlingen. Bei dem erfolglosen Bemühen, diese durch nachträgliche Verdunklung zu entstärken, machte ich die Beobachtung, daß im Grundparenchym der Koleoptilenspitze, dem Orte maximaler geotropischer Empfindlichkeit, die bewegliche Stärke stets rascher resorbiert wurde, als in den Gefäßbündelscheiden von Koleoptile und Internodium. NĚMEC[1]) und V. GUTTENBERG[2]) hatten im Gegensatz dazu an jungen, vermutlich noch geschlossenen Koleoptilen eine fortschreitende Längenzunahme der stärkeführenden Spitzenzone beobachtet. Angaben über das weitere Schicksal der Koleoptilenstärke aber fehlen in der Literatur. Ich suchte deshalb festzustellen, ob vielleicht der Abbau der beweglichen Stärke in der Koleoptilenspitze zeitlich mit dem Rückgang der geotropischen Empfindlichkeit zusammenfällt, und ob zwischen Dunkelkeimlingen und normal im Lichte erzogenen Pflanzen Unterschiede im Verhalten der Stärke auftreten. Die Untersuchungen wurden vorgenommen an *Sorghum vulgare* und *Hordeum vulgare*, die serienweise in Sägespänen erzogen waren, ein Teil im diffusen Tageslicht, ein anderer bei vollständigem Lichtausschluß. Um bei *Sorghum* die im Lichte sehr früh eintretende Durchbrechung der Koleoptile etwas zu verzögern und die Stärkeverteilung im geschlossenen Organ leichter beobachten zu können, erzog ich einen Teil der Pflanzen bei täglich nur zweistündiger diffuser Belichtung[3]), nachdem es sich herausgestellt hatte, daß bei dieser Behandlung der Abbau der Stärke in ganz analoger Weise erfolgt wie bei Lichtkeimlingen. Die jüngeren Koleoptilen wurden direkt auf ihren Stärkegehalt hin untersucht. Die älteren, vermutlich nicht mehr geotropisch empfindlichen, wurden im Dunkelkasten auf 6—18 Stunden in geotropische Reizlage gebracht und dann nach kurzer Vorbehandlung in Eau de Javelle mit Jodjodkalium geprüft.

Die Versuche ergaben tatsächlich eine deutliche Gesetzmäßigkeit im Abbau der Koleoptilenstärke. Bei den Lichtkeimlingen beider untersuchten Objekte setzt nach anfänglicher Verlängerung der stärkereichen Spitzenzone entsprechend dem Wachstum der Koleoptile der Abbau schon vor dem Durchbrechen der Laubblätter ein. Er beginnt in der äußersten

---

[1]) NĚMEC, B., 1901 a. a. O. S. 125.

[2]) GUTTENBERG, H. VON, Ueber die Verteilung der geotropischen Empfindlichkeit in der Koleoptile der Gramineen. Jahrb. f. wiss. Bot. L, 1912.

[3]) Vergl. BATALIN, A., Ueber die Wirkung des Lichtes auf die Entwickelung der Blätter. Bot. Ztg. XXIX, 1871, S. 674 fe.

Spitze der Keimscheide und schreitet basalwärts fort; zunächst wird vorwiegend die bewegliche Stärke des Grundparenchyms aufgelöst, während die Gefäßbündelscheiden ihre Statolithen länger behalten, teilweise bis zum Erlöschen der geotropischen Reizbarkeit. Zu diesem Zeitpunkt erscheint stets die empfindliche Spitzenregion mehr oder minder weit entleert, und nur die mittleren und basalen Teile führen noch reichlich Stärke.

Anders bei den Dunkelkeimlingen. Bei *Hordeum* beginnt die Resorption der Koleoptilenstärke nach dem Durchbrechen der Laubblätter, und in größerer Ausdehnung setzt sie erst nach dem Erlöschen der geotropischen Empfindlichkeit ein. Bei *Sorghum* dagegen tritt auch nach dem Durchbrechen des ersten Laubblattes bei einer Keimlänge von 16—17 cm ein Abbau der Stärke in der Koleoptilenspitze ebensowenig ein, wie ein Verschwinden der geotropischen Reaktionsfähigkeit. Solange sich überhaupt die Keimlinge am Leben erhalten ließen, blieb der Stärkevorrat der Koleoptile unvermindert bestehen.

Es liegt also bei den Lichtkeimlingen, in geringerem Grade auch bei den Dunkelkeimlingen von *Hordeum*, ein deutlicher Parallelismus vor zwischen dem Rückgang der geotropischen Reaktionsfähigkeit und der Resorption der umlagerungsfähigen Stärke in der Koleoptilenspitze. Daß diese großen Stärkemengen, die während des maximalen Wachstums der Koleoptile nicht angegriffen, sondern sogar noch vermehrt wurden, nunmehr abgebaut werden gerade zu der Zeit, wo die geotropische Reaktionsfähigkeit schwindet, scheint entschieden für ihre Funktion im Dienste der Geoperzeption zu sprechen. Damit steht auch ihre extreme Widerstandsfähigkeit bei den Dunkelkeimlingen von *Sorghum* im Einklang. Deren Verhalten zeigt solch auffallende Uebereinstimmung mit dem der untersuchten Kompositen hinsichtlich der Resistenz der Statolithen, daß die diesbezüglichen Beobachtungen wohl von allgemeinerer Gültigkeit sein dürften. In all diesen Fällen erscheint im Dunkelkeimling die bewegliche Stärke von größter Widerstandsfähigkeit, und wird entweder gar nicht oder erst nach Tagen und in ganz beschränktem Maße angegriffen. Nach kurzer Belichtung dagegen setzt der Abbau ein, der bei den Kompositen-Keimstengeln rasch zur völligen Entstärkung, bei *Sorghum* zur normalen Entleerung der Koleoptile führt. Bei meinem Entstärkungsverfahren genügte eine minimale Belichtung von 1 Tag, bei der BATALIN'schen Methode[1]), die sich auch zur Entstärkung von *Tagetes*-Keimlingen brauchbar erwies, eine solche von 2 Stunden an 6 aufeinanderfolgenden Tagen. Die Resistenz der Statolithenstärke wird offenbar vom Licht beeinflußt und erscheint in engem Zusammenhang mit dem Etiolierungsgrad des Keimlings. Bei geringem Etiolement ist noch vollständige Entstärkung durch längere Verdunklung erreichbar; je hochgradiger aber das Etiolement, um so widerstandsfähiger zeigen sich die Statolithen. Ich möchte in ihrer leichteren Angreifbarkeit nach Belichtung eine Reizwirkung des Lichtes vermuten.

---

[1]) BATALIN, A., a. a. O.

Biologisch wird ihre Resistenz im etiolierten Keimling leicht verständlich, sobald wir die Stärkescheide als statisches Organ betrachten, das der Pflanze das Durcharbeiten ans Licht erleichtern soll. Ebenso einleuchtend erscheint es, wenn bei den Gramineen der Statolithenapparat in der Koleoptilenspitze erhalten bleibt, solange die Wachstumsfähigkeit von Internodium und Koleoptile eine geotropische Orientierung überhaupt ermöglicht. Die Entleerung der letzteren aber nach dem Abschluß ihres Wachstums und der Erfüllung ihrer Funktion als Perzeptionsorgan ist für die Pflanze nunmehr eine zweckentsprechende Materialersparnis.

Für die Anregung zu diesen Untersuchungen und für sein stetes liebenswürdiges Interesse daran möchte ich Herrn Geheimrat HABERLANDT hier noch meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Berlin, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität,
im Januar 1918.

5. A. Schulz: Abstammung und Heimat des Roggens.

(Eingegangen am 24. Januar 1918.)

Die Fragen, von welcher spontanen Form der Roggen abstammt und wo er aus seiner Stammform in der Kultur hervorgegangen ist, sind schon mehrfach behandelt worden. Während einige Forscher annehmen, daß der Roggen aus mehreren der Formen, die den Formenkreis *Secale montanum* Gussone im weiteren Sinne bilden, entstanden sei, und daß er eine mehrfache Heimat habe, sind die übrigen Forscher davon überzeugt, daß er nur von einer von diesen Formen abstamme und in einer einzigen Gegend entstanden sei.[1]

Der als *Secale montanum* im weiteren Sinne bezeichnete Formenkreis besteht aus einer Anzahl Formen, die in Nordwestafrika, in Südeuropa sowie in Vorderasien und im westlichen Innerasien vorkommen. Sie lassen sich in wenige Hauptformen zusammenfassen, die nur unerheblich, und zwar hauptsächlich hinsichtlich der Behaarung der Halmspitze und der Länge der Deckspelzengrannen, von einander abweichen. In Nordwestafrika[2] und Südeuropa (in Südspanien,[3] auf Sicilien, im südlichen Teile der Apenninhalbinsel sowie auf der Balkanhalbinsel vom Peloponnes bis Dalmatien,

---

1) Vergl. hierzu A. SCHULZ, Beiträge zur Kenntnis der kultivierten Getreide und ihrer Geschichte. I. Die Abstammung des Roggens, Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. 84 (Leipzig 1913) S. 339 u. f.; DERS. Geschichte der kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913) S. 71 u. f.; J. HOOPS, Artikel „Roggen“ in seinem Reallexikon der germanischen Altertumskunde, Bd. 3 S. 508—514 (Straßburg 1915).

2) Im marokkanischen Atlas kommt außer *S. montanum* Guss. (im engeren Sinne) auch verwildertes *S. cereale* L. vor. Stellenweise scheinen beide Formen nahe bei einander oder sogar durch einander zu wachsen, so im Djebel Ouensa südwestlich von der Stadt Marokko. Da *S. cereale* bei flüchtiger Betrachtung *S. montanum* recht ähnlich ist, so ist es von einigen Sammlern dafür gehalten worden, und es liegen infolge davon in manchen Herbarien beide Formen aus dem marokkanischen Atlas unter der Bezeichnung „*Secale montanum* Guss.“ Im nordwestlichen Afrika ist *S. cereale* wahrscheinlich schon in römischer Zeit angebaut worden, wahrscheinlich ist es dorthin schon in dieser Zeit aus Spanien, wo es bereits damals angebaut wurde, eingeführt worden.

3) In Südspanien wächst *S. montanum* in der Sierra Nevada. Auch hier tritt in der Nähe seiner Wohnplätze *S. cereale* verwildert auf.

zur Hercegovina, Serbien und Bulgarien im Norden[1])) scheinen nur Individuen vorzukommen, deren Halmspitze unbehaart ist. Fast alle haben kurze — meist 10—15 mm lange — Deckspelzengrannen; nur die Individuen Dalmatiens und der Hercegovina haben meist längere — meist 20—25 mm lange — Grannen, doch kommen auch hier Individuen vor, deren Grannen nicht länger als die der übrigen europäischen Individuen sind. Die Individuen Dalmatiens und der Hercegovina[2]) scheinen stets mehr oder weniger stark blaubereifte Halme und Blätter zu haben, während die meisten Individuen der übrigen europäischen Wohngebiete von *Secale montanum* (im weiteren Sinne) nicht bereift zu sein scheinen. Nur die makedonischen Individuen scheinen eine Ausnahme zu machen, sie haben blaubereifte Halme und Blätter. Außerdem haben sie auch verhältnismäßig lange — bis 22 mm lange — Deckspelzengrannen. Die Individuen Dalmatiens und der Hercegovina bilden das *Secale dalmaticum* Visiani (Flora dalmatica 1, 1842), die der übrigen europäischen Wohngebiete und die des nordwestafrikanischen Wohngebietes bilden das eigentliche *S. montanum*

---

[1]) Von der Balkanhalbinsel habe ich außer aus Griechenland und Dalmatien nur Exemplare gesehen, die J. BORNMÜLLER am 15. Juli 1917 auf Granitfelsen bei Prilep, Markowo-grad, in Makedonien, in einer Höhe von 800—900 m ü. M., gesammelt und mir freundlichst zur Ansicht mitgeteilt hat. Vorher scheint *S. montanum* in dieser Gegend noch nicht beobachtet worden zu sein, auch A. GRISEBACH hat es auf seiner Reise durch Rumelien im Jahre 1839, auf der er auch die Umgebung von Prilep (Perlepé) besuchte, nicht gefunden; vergl. A. GRISEBACH, Reise durch Rumelien und nach Brussa im Jahre 1839, Bd. 2 (Göttingen 1841) S. 214 u. f. Der nächste Fundort scheint der Rilo Dagh an der Südgrenze Bulgariens zu sein.

Secale creticum L., sp. pl. Ed. 1, 1753: glumis extrorsum ciliatis, ist nach W. MUNRO (On the identification of the Grasses of Linnaeus's Herbarium, Journal of the proceedings of the Linnean Society, Botany. Bd. 6 [London 1862] S. 33—55 [50]) *Triticum villosum* (L.), also *Haynaldia villosa* (L.). Zu dieser Art gehören auch die von DELILE ausgegebenen Exemplare von „*S. creticum*“ von Montpellier. Dagegen gehören die in SIEBERs Herbarium creticum (unter verschiedenen Nummern) ausgegebenen Exemplare von „*S. creticum* L.“ vom (jetzt gewöhnlich als Halbinsel Acrotiri bezeichneten) Cap Maleca an der Nordküste der Insel Creta zu *Secale cereale* L., das damals dort und an anderen Stellen der Insel angebaut wurde; vergl. F. W. SIEBER, Reise nach der Insel Creta im griechischen Archipelagus im Jahre 1817 (Leipzig und Sorau 1823) Bd. 1 S. 147: „Die Mönche [des Dreieinigkeitsklosters auf dem Cap Maleca] bauen Weitzen, Gerste und das kretische Korn *(Secale creticum)*, welches ein gutes schwarzes Kornbrot von eigenem Geschmacke liefert“; S. 275—276: „Korn wird [auf Creta] wenig gebaut, blos bey den Klöstern findet man es, um die Türken abzuhalten Weizenbrot zu fordern, und sie mit dem schwarzen Rockenbrote abzuschrecken“; Bd. 2 S. 52: „Korn findet man [auf Creta] selten um die Klöster.“

[2]) Exemplare aus der Hercegovina habe ich nicht gesehen.

Gussone (Index sem. horti r. Boccadif., 1825).[1] In Vorder- und Innerasien, wo *Secale montanum* (im weiteren Sinne) in zahlreichen Gegenden Kleinasiens, in Syrien, Armenien, Kurdistan, Persien, Afghanistan, der Turkmenensteppe, Turkestan, der Dsungarei und der Kirgisensteppe wächst,[2] treten sowohl — und zwar hauptsächlich — Individuen mit nur behaarten,[3] wie solche mit nur unbehaarten oder mit behaarten und mit unbehaarten Halmspitzen auf. Ein Teil der asiatischen Individuen hat Deckspelzengrannen, die nicht länger als die des europäischen *S. montanum* Guss. (im engeren Sinne) sind, während die Deckspelzengrannen der übrigen Individuen wesentlich länger, bis gegen 80 mm lang sind. Individuen mit langen Deckspelzengrannen kommen hauptsächlich in Innerasien vor, doch wachsen auch im westlichen Kleinasien Individuen mit bis 45 mm langen Grannen. Im allgemeinen haben die Individuen mit behaarten Halmspitzen lange Deckspelzengrannen, doch können sie auch sehr kurze Grannen haben.[4] In Asien wachsen sowohl Individuen mit blaubereiften Halmen und Blättern, wie solche, denen jeder Reif fehlt.[5] Auf Grund des wenigen Materials unserer Herbarien läßt sich nichts sicheres darüber sagen, ob die asiatischen Individuen zu einer einzigen oder zu zwei oder noch mehreren Formen gehören. Die Individuen mit behaarten Halmspitzen gehören zu einer in Europa nicht vorkommenden Form: *S. anatolicum* Boissier (Diagnoses plant. orient. novar. Ser. I, 5, 1844).[6] Diese scheint in eine Anzahl von Unterformen zu zerfallen, die sich hauptsächlich durch die Länge ihrer Deckspelzengranne und die Behaarung ihrer Halmspitze unterscheiden.[7] Stellenweise sind bei dem einen Teile der Individuen dieser Form die Spitzen des einen Teiles der Halme behaart, die des anderen Teiles unbehaart. Hieraus darf man wohl schließen, daß bei Individuen von *S. anatolicum* auch sämtliche Halme unbehaart sein können, daß also die ausschließlich unbehaarte Halme tragenden Individuen, die in der Gesellschaft von Individuen mit behaarten Halmen wachsen, wenigstens z. T., zu *S. anatolicum* gehören, daß somit diese Form auch Individuen umfaßt, die sich von denen von *S. montanum* Gussone im engeren Sinne im Aussehen nicht unterscheiden. Stellenweise scheinen aber auch in Asien nur Individuen mit nur unbehaarten Halmen vorzukommen. Stellenweise haben sie so kurze Deckspelzengrannen wie das europäische *S. montanum*[1]) im engeren Sinne; diese Individuen gehören wohl tatsächlich wenigstens z. T. zu *Secale montanum* Guss. im engeren Sinne. Stellenweise haben sie aber, wenigstens zum großen Teil, bis 35 mm lange Deckspelzengrannen. Diese Individuen gehören vielleicht zu einer dem *Secale dalmaticum* entsprechenden selbständigen Form,[2]) die z. B. in Lycien vorkommt.[3])

---

[1] Die makedonischen Individuen vermitteln zwischen diesen beiden Formen; vielleicht verhalten sich die mir unbekannten bulgarischen und serbischen Individuen ähnlich. Das mir vorliegende makedonische Material ist nicht ausreichend zur Beantwortung der Frage, welcher von beiden Formen die makedonischen Individuen zugerechnet werden müssen.

[2] Ich habe Exemplare aus allen diesen Gebieten untersuchen können.

[3] Die Länge der behaarten Halmpartie, die Dichte ihrer Behaarung und die Länge ihrer Haare schwanken recht erheblich.

[4] Vergl. hierzu A. SCHULZ, Beiträge usw., a. a. O.

[5] Die Länge der Hüllspelzen variiert bei den asiatischen Individuen ebenso erheblich wie bei den europäischen.

[6] Vergl. betreffs BOISSIERs späterer Ansicht über dieses A. SCHULZ, Beiträge usw., a. a. O. S. 343.

[7] Zu diesen Formen gehört wohl auch *S. ciliatoglume* Boissier (Flora orientalis 5, 1884), das C. HAUSSKNECHT im Zagros-Gebirge in Kurdistan gefunden haben soll. Mir ist es unbekannt, im Herb. HAUSSKNECHT in Weimar befinden sich keine Exemplare dieser Form.

---

[1]) „In arvis incultis ad Caracoche prope Baibout" in Armenien wächst eine Form, von der E. BOURGEAU am 18. Juli 1862 gesammelte Exemplare unter Nr. 256 in seinen „Pl. Armeniacae 1862" als *S. montanum* Guss.? var. *breviaristata* (Boiss.) ausgegeben hat. (BOISSIER erwähnt in seiner Flora orientalis, Bd. 5, 1884, diese Varietät nicht; er rechnet BOURGEAUs Exemplare zu „*S. montanum* Guss.") Die ausgegebenen Exemplare haben zum Teil nur unbehaarte Halmspitzen, bei den übrigen trägt ein Teil der Halme an der Spitze — meist sehr wenige — Haare, während die anderen unbehaart sind. Die Deckspelzengrannen sind kurz, meist nur 10—15 mm lang. Diese Form, die man als *Secale anatolicum* var. *breviaristatum* Boissier bezeichnen kann, kann leicht für *S. montanum* Guss. im engeren Sinne gehalten werden. Doch scheint auch dieses in Armenien vorzukommen. Vielleicht gehören hierzu die Exemplare von A. ENGLER und K. KRAUSE, Reise nach dem Kaukasus und Armenien 1912, Nr. 627, die am 31. August und 2. September 1912 in der Bergsteppe in der unteren Region des Ararat, 1000—1500 m, gesammelt sind. Ihre Deckspelzengrannen sind allerdings bis 25 mm lang. Auch in Persien scheint *S. montanum* Gussone im engeren Sinne vorzukommen.

[2]) Es läßt sich nicht sagen, ob diese Form aus *S. montanum* Guss. im engeren Sinne oder aus *S. anatolicum* hervorgegangen ist. Ebenso muß es wohl unentschieden bleiben, ob *S. montanum* im engeren Sinne aus *S. anatolicum* oder umgekehrt dieses aus jenem hervorgegangen ist, oder ob sie beide von einer ausgestorbenen Stammform abstammen. Beide sind offenbar in hohen Gebirgslagen entstanden.

[3]) Hin und wieder wird außer *S. montanum* (im engeren Sinne), *S. dalmaticum* und *S. anatolicum* als vierte Form dieses Formenkreises noch *S. serbicum* Pančič genannt, doch scheint PANČIČ nichts über diese Form veröffentlicht zu haben. FR. KÖRNICKE sagt (Die Arten und Varietäten des Getreides, Berlin 1885, S. 124) darüber: „Ich habe die Exemplare von PANTSCHITSCH in Händen gehabt. Sie waren aber nicht als *Secale serbicum* bezeichnet und

Ich bin ebenso wie JOHANNES HOOPS[1] und THIESS HINRICH ENGELBRECHT davon überzeugt[2]), daß der Roggen ausschließlich von *Secale anatolicum* Boiss. (in der ursprünglichen Fassung von 1844) abstammt[3]). Nur betreffs der Gegend, wo er aus diesem — in der Kultur — entstanden ist, bestehen zwischen uns Meinungsverschiedenheiten. Während ich im Anschluss an E. REGEL und FR. KÖRNICKE Innerasien, speziell Turkestan als die Heimat des Roggens ansehe, glaubt J. HOOPS, „daß wir die möglichen Grenzen der Roggenheimat etwas weiter westlich stecken müssen. Der Anbau perennierenden Roggens in Südrußland einerseits, der vielleicht ein Überrest früherer Zeit ist, anderseits das massenhafte Auftreten verwilderten, großfrüchtigen Roggens in den turkestanischen Ebenen und Mittelgebirgen, vor allem in der Gegend von Taschkent, scheint mir dafür zu sprechen, daß die großen Ebenen von Südrußland bis Turkestan das Vaterland der Roggenkultur sind. Sie hat sich von hier vorwiegend westwärts und nordwärts ausgebreitet"[4]). Und TH. H. ENGELBRECHT[5]) erklärt, daß bei unbefangener Prüfung der Ursprung des Kulturroggens in Turkestan als höchst unwahr-

---

sind auch meines Wissens nicht unter diesem Namen publicirt." Auch J. BORNMÜLLER ist, wie er mir freundlichst mitteilt, ein *S. serbicum* Panč. nicht bekannt. ASCHERSON und KANITZ sowie ADAMOVIČ bezeichnen die in Serbien vorkommende Form dieser Gruppe als „*S. montanum* Gussone."

1) A. a. O.

2) E. REGEL war der erste, der (1881) *S. anatolicum* bestimmt für die Stammform des Roggens erklärt hat; vergl. A. SCHULZ, Geschichte des Roggens, 39. Jahresbericht d. westf. Provinzial-Vereins f. Wissenschaft u. Kunst 1910/11 (Münster 1912) S. 153—163 (154).

3) „Bei den meisten Roggenindividuen ist der Halm oberwärts, vielfach nur unmittelbar unter der Ansatzstelle der Ähre, mehr oder weniger behaart. Doch kommen wohl — in Deutschland — auf jedem Roggenfelde auch Individuen mit ganz unbehaarten Halmen vor. Wahrscheinlich gibt es sogar Roggensorten, bei denen fast alle Individuen unbehaarte Halme haben", A. SCHULZ, Beiträge usw., a. a. O. S. 346. Nichts spricht für die Annahme, daß eine der Formen von *Secale montanum* Guss. (im weiteren Sinne) mit unbehaarten Halmen in der Kultur behaarte Halme ausbilden könne. Ich habe hunderte von reife Ähren tragenden Halmen von kultiviertem *S. dalmaticum* gesehen, die Achse ihrer Ähre war zwar schon recht zäh, die Halme waren aber unbehaart wie die der wilden Individuen von Cattaro, wo die Früchte, aus denen diese kultivierten Individuen gezogen waren, vor 30 Jahren gesammelt waren.

4) J. HOOPS, Artikel „Roggen" in seinem Reallexikon der germanischen Altertumskunde, Bd. 3 S. 508 u. f. (509) (Straßburg 1915), vergl. auch Ders., Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum (Straßburg 1905) S. 447.

5) TH. H. ENGELBRECHT, Über die Entstehung des Kulturroggens, Festschrift Eduard Hahn zu seinem 60. Geburtstage dargebracht von Freunden und Schülern (Stuttgart 1917) S. 17—21.

scheinlich gelten müsse. Dagegen spräche schon die Tatsache, daß dieses Getreide den dortigen Eingeborenen fast fremd sei und in der Hauptsache nur von russischen Kolonisten ausgesät werde. Es wäre auch nicht zu verstehen, daß sich der Roggen von hier aus nur nach Westen ausgebreitet haben sollte, nicht aber nach China, wo er unbekannt sei. Der vereinzelte Anbau perennierenden Roggens im Gouv. Stawropol sei nur ein Beispiel dafür, daß sich eine primitive ausdauernde Sorte, obwohl im zweiten Jahre wenig ertragreich, dennoch für sehr extensive Kultur eignen und deshalb in entlegenen Ländern behaupten könne. Für das Ursprüngliche der Roggenkultur bewiese diese Tatsache aber nichts. Der breite Steppengürtel, welcher die Standorte des wilden Roggens in den vorder- und mittelasiatischen Gebirgsländern von dem Anbaugebiet des Roggens im nordischen Waldgebiet trenne, sei für eine etwaige Ausbreitung des Kulturroggens eine schwer zu überwindende Schranke. Am meisten berührten sich dagegen das Gebiet des Kulturroggens und das des wilden Roggens (*S. anatolicum* Boissier) nördlich der Balkanhalbinsel, hier hätten wir wahrscheinlich das Ursprungsland der Roggenkultur zu suchen. Da *S. anatolicum* nur in Vorderasien vorkäme, so müsse der Roggen in irgend einer Weise aus Kleinasien über das Schwarze Meer gekommen sein. Dies sei durch den Handelsverkehr geschehen. Man hätte versucht, in der Umgebung der griechischen Kolonien am Schwarzen Meere, die meist von Milet gegründet seien, beliebte kleinasiatische Weizensorten anzubauen, und hierbei sei *S. anatolicum*, das wie jetzt so auch damals in Kleinasien als Weizenunkraut aufgetreten sei¹), als solches nach den Pontusländern verschleppt worden. Es habe sich hier später als Weizenunkraut auch im Binnenlande ausgebreitet, sei dabei in Gegenden gekommen, wo der Weizen nicht mehr gut gedieh und habe diesen hier allmählich als Brotkorn ersetzt. Wahrscheinlich sei dies in der Ebene Südwestrusslands zwischen dem 49. und 50. Breitengrade geschehen. Von hier aus hätte sich der Roggenbau zu den nördlich wohnenden germanischen und slawischen Völkern, sowie westwärts nach Schlesien und Mähren ausgebreitet, wo der Roggen schon in der prähistorischen Eisenzeit angebaut worden sei. Zu den Germanen sei der Roggen erst nach dem Jahre 400 v. Chr., also nach dem Peloponnesischen Kriege, gelangt.

---

1) *S. anatolicum* tritt in der Tat in Vorderasien vielfach als Weizenunkraut auf; vergl. hierzu A. SCHULZ, Beiträge z. Kenntnis d. kultivierten Getreide u. ihrer Geschichte, III., Zeitschrift f. Naturwissenschaften Bd. 84 (Leipzig 1913) S. 424 u. f.

So geistvoll diese Ansicht von ENGELBRECHT über die Entstehung des Roggens und seine Einführung in Europa auch ist, ich halte sie doch nicht für richtig. Wenn auch der Roggen heute in Turkestan nur noch wenig und fast nur von russischen Kolonisten angebaut wird, so darf man doch daraus, daß er in diesem Lande in großer Menge verwildert auftritt, schließen, daß er in ihm schon vor der russischen Invasion, vielleicht sogar viel, angebaut worden ist. Ist dies aber der Fall, so liegt doch die Annahme, der Roggen sei in Turkestan aus seiner hier reichlich vorkommenden Stammform in der Kultur entstanden, viel näher als die, er sei hier erst eingeführt worden, zumal er den in Turkestan vorkommenden Varietäten von *S. anatolicum* im Allgemeinen näher steht als den kleinasiatischen, obwohl auch in Kleinasien Varietäten mit sehr langen Deckspelzengrannen vorkommen. Von Turkestan übertrugen iranische Skythen den Roggen mit ihrem Roggennamen auf türkische, ostfinnische und slawische Völker, was die Roggennamen dieser Völker deutlich erkennen lassen[1]. Hierdurch kamen der Roggen und sein Name auch nach der Balkanhalbinsel, wo die Thraker, wahrscheinlich ein indogermanisches, den Litu-Slawen nahestehendes Volk, den Roggen schon — mindestens — einige Jahrhunderte v. Chr. anbauten[2]) und zu GALENS Zeit im zweiten Jahrhundert n. Chr. — in Thrakien und Makedonien — *βρίζα*[3]) nannten. Vielleicht erfolgte dieses Vordringen des Roggens nach Europa hauptsächlich nördlich des südrussischen Steppengebietes[4]).

Offenbar war der Roggen aber auch schon vorher — mindestens einmal — durch andere Völker in Europa eingeführt worden, wodurch er zu den Trägern der Hallstattkultur gelangte. Diese scheinen ihn im nördlicheren Deutschland weit ausgebreitet zu haben. Sichere hallstattzeitliche Roggenreste sind zwar bisher erst in Schlesien, in der sächsischen Oberlausitz und im Regierungsbezirk Merseburg der Provinz Sachsen gefunden worden, doch ist

---

1) Vergl. betreffs der Roggennamen dieser Völker HOOPS, Reallexikon, a. a. O. S. 510–511.

2) Vergl. hierzu A. SCHULZ, Beiträge z. Kenntnis der Geschichte der Spelzweizen im Altertum, Abhandlungen d. Naturf. Gesellschaft zu Halle a. d. S., N. F. Nr. 6 (Halle 1918) S. 12.

3) Dieser Name, der sich in der Form *βρίζα* oder *βρύζα* noch heute in nordgriechischen Dialekten findet, ist wahrscheinlich aus einer älteren Form **wrugi̯a** hervorgegangen; vergl. HOOPS, a. a. O.

4) In den Steppen des europäischen Rußlands wächst *S. anatolicum* nicht, der perennierende Roggen ist in Rußland nicht — aus *S. anatolicum* — entstanden, sondern eingeführt worden.

es recht wahrscheinlich, daß auch die im westfälischen Hönnetal gefundenen Früchte, von denen E. CARTHAUS annahm, sie seien möglicherweise Roggenfrüchte, wirklich solche sind. Der Umstand, daß fast alle übrigen hallstattzeitlichen Kulturpflanzen Schlesiens, der Oberlausitz und der Pr. Sachsen zur Hallstattzeit auch in Westfalen angebaut wurden, spricht sehr für die Annahme, daß auch der Roggen damals hier in Kultur war[1]). Allerdings scheint der Roggen zur Hallstattzeit in Deutschland überall weniger als Weizen und Gerste angebaut worden zu sein.

Diese Einführung, die offenbar auch von Turkestan ausging, fand vielleicht schon zu einer Zeit statt, als die griechische Kolonisation an den Küsten des Schwarzen Meeres noch wenig entwickelt war. Durch sie scheint der Roggenname sícale (sécale), der uns freilich erst durch PLINIUS (im ersten Jahrhundert n. Chr.) überliefert ist, nach Europa gelangt zu sein. Vielleicht wurde er zu PLINIUS' Zeit von Völkern des nördlichen Teiles der Balkanhalbinsel gebraucht, wo er noch heute, z. B. bei den Albanesen[2]) (*ϑϱ΄ϰενε*) in Gebrauch ist. Im nordwestlichen Teile der Balkanhalbinsel saßen damals wohl ehemalige Träger der Hallstattkultur. Außerdem findet sich dieser Roggenname (in etwas abweichender Form) auch bei Kaukasusvölkern[3]). Dies weist wohl auf den Weg hin, auf dem er mit dem Roggen nach Europa gelangt ist.

Außer diesen Roggennamen sind aus dem Altertum noch zwei andere Roggennamen überliefert: (s)asia und centenum, jener durch PLINIUS — als Roggenname der ligurischen Tauriner am Fuße der Alpen in der Gegend des heutigen Turin —, dieser (neben sicale, und wie dieser Name damals wohl hauptsächlich ein Ausdruck der Verwaltungssprache) im Edictum Diocletiani aus dem Jahre 301 n. Chr. Jener ist sicher, dieser wahrscheinlich nicht lateinisch. Nach J. HOOPS' Meinung[4]) ist sasia ein von den Taurinern der keltischen Sprache entlehntes Wort. Ist vielleicht auch centenum ein keltisches Wort? Beide Wörter sind offenbar erst in Europa, vielleicht im Anschluß an die erste Einführung des Roggens, entstanden[1]).

---

[1]) Vergl. hierzu A. SCHULZ, Über einen Fund von hallstattzeitlichen Roggenfrüchten in Mitteldeutschland, diese Berichte Bd. 34 (Berlin 1916) S. 890—893; Ders., Die bis jetzt aus dem Saalegebiete bekannten hallstattzeitlichen Kulturpflanzen, Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle a. d. S., Bd. 4, 1916, Nr. 3 (Halle 1918).

[2]) HOOPS, a. a. O. S. 511.

[3]) Der Roggen heißt im Agulischen sekil, im Rutulischen sukul; vergl. O. SCHRADER, in V. HEHN, Kulturpflanzen u. Haustiere in ihrem Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien, sowie in das übrige Europa, 8. Aufl. (Berlin 1911) S. 564.

[4]) HOOPS, a. a. O. S. 512.

Daraus, daß der Roggen in Europa schon zur Hallstattzeit eingeführt worden ist, muß man wohl schließen, daß *Secale anatolicum* in Turkestan schon zu einer Zeit in Kultur genommen worden ist, als in Europa noch die Bronzekultur herrschte. Damals bestanden aber wohl keine Beziehungen mehr zwischen Turkestan und China, durch die in früherer Zeit Weizen und Gerste nach China gelangt waren[2]).

Die Germanen haben, wie die germanischen Roggennamen lehren, den Roggen von den Slawen, und zwar erst spät, erst in den letzten Jahrhunderten v. Chr., nach dem Ausgang der Hallstattzeit in Norddeutschland, erhalten. Sie haben seinen Anbau dann, vielleicht von dem Lande der Rugier im östlichen Teile des Ostseegebietes her[3]), von neuem über Deutschland ausgebreitet.

---

1) Aus diesen Roggennamen darf man nicht schließen, daß der Roggen auch in Europa entstanden sei.

2) Vergl. A. SCHULZ, Geschichte d. kultivierten Getreide S. 114.

3) Vergl. J. HOOPS, a. a. O. S. 513.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1918 **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** an Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. **L. Wittmack, Berlin NW,** Platz am Neuen Tor 1, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr statt.

☛ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung**, für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von **8 Druckseiten nicht überschreiten. Im allgemeinen wird den Autoren eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1918.

Ehrenpräsident: S. Schwendener.

Für die Generalversammlung: Hans Winkler, Präsident; A. Voigt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: L. Wittmack, Vorsitzender; P. Lindner, erster Stellvertreter; J. Behrens, zweiter Stellvertreter; E. Baur, erster Schriftführer; H. Harms, zweiter Schriftführer; H. Miehe, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: L. Wittmack, E. Baur, H. Harms, H. Miehe, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): E. Jahn, R. Kolkwitz, P. Claussen, O. Reinhardt, L. Diels.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für alle ordentlichen Mitglieder 20 M.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in Berlin-Dahlem gelangen lassen. Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung** Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12 a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. **Für Mehrabzüge wird,** sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2	Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates	5	„
3.	für jede Lichtdrucktafel	9	„
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2	„
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3	„
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr	2	„
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35	„
8.	für jeden Umschlag	1,5	„
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	7,—	Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Druck von A. W. Hayn's Erben (Curt Gerber), Berlin SW 68

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

Vorlesungen über die natürlichen Grundlagen des Antialkoholismus

von **Dr. G. Trier, Privatdozenten an der Technischen Hochschule in Zürich.** 1. Halbband. Gebunden 12 Mk.

In einer Zeit, da praktische Fragen allein alles Denken und Trachten absorbieren, ist der Versuch, ein Gesamtbild des Antialkoholismus zu geben, gewiss dankbar zu begrüssen. — Die Vorlesungen sind sowohl nach Form als Inhalt origineller Art; sie haben keine Ähnlichkeit mit dem, was die Abstinenzliteratur bisher gebracht hat, noch etwas mit den Werken über die Gärung. Der Verfasser war bemüht, ein gut lesbares und dauernd interessierendes Buch zu schreiben, d. h. ein Buch, das nicht zum Nachschlagen oder nicht bloss zum Nachschlagen dienen sollte, sondern von einem grösseren Leserkreis ohne Anstrengung auch wirklich von Anfang bis zum Ende gelesen werden kann. Gestattet es doch das Thema, den Fluss der Rede reichlich mit Aussprüchen hervorragender Geister, satirischen Bemerkungen usw. andauernd zu beleben und das Gesagte durch Hinweis auf allgemein Bekanntes zu illustrieren. So entstand ein Buch, das gewiss sehr vielen willkommen sein wird und das gerade in heutiger Zeit auf eine dankbare Aufnahme zählen kann.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei

BAND XXXVI. JAHRGANG 1918. HEFT 2.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

HEFT 2.
(MIT TAFEL I.)

AUSGEGEBEN AM 27. MAI 1918.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
FEB 11 1920
GARDEN LIBRARY

Es wird dringend gebeten, die dritte Umschlagsseite zu beachten.

Inhaltsangabe zu Heft 2.

Seite

Sitzung vom 22. Februar 1918 49

Mitteilungen.

6. **Ernst Küster**: Über Mosaikpanaschierung und vergleichbare Erscheinungen 54
7. **Otto Gertz**. Über einige durch schmarotzende Cuscuta hervorgerufene Gewebeveränderungen bei Wirtspflanzen . 62
8. **A. Ursprung**: Über die Absorptionskurve des grünen Farbstoffes lebender Blätter. (Mit 2 Textfiguren.) . . . 73
9. **A. Ursprung**: Über die Bedeutung der Wellenlänge für die Stärkebildung. (Mit 4 Abb. im Text und Tafel I.) . 86

Nächste Sitzung der Gesellschaft

Freitag, den 31. Mai 1918,

abends 7 Uhr, im

Hörsaal des Pflanzenphysiolog. Instituts d. Universität,

Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 1.

Sitzung vom 22. Februar 1918.

Vorsitzender: Herr L. WITTMACK.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Heinrich, Dr. **M.**, Vorstand der Samenkontrolle der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Rostock** (durch A. VOIGT und C. BRICK) und

Falck, Dr. **Richard**, Professor an der Kgl. Forstakademie und Leiter des Mykologischen Instituts derselben in **Hann.-Münden** (durch M. BÜSGEN und G. BERTHOLD).

Die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M. hat ein Dankschreiben für die ihr gewidmete Adresse anläßlich der Jahrhundertfeier gesandt.

Der Vorstand widmete Herrn Prof. Dr. E. KOEHNE zu seinem 70. Geburtstage am 12. Februar folgende Adreße:

Hochgeehrter Herr Professor!

Wenn die Deutsche Botanische Gesellschaft Ihnen zum 70. Geburtstage herzlichste Glückwünsche darbringt, so erfüllt sie damit Ihnen gegenüber ein Gebot der Dankbarkeit, da Sie zu ihren Gründern gehören und seit der Gründung der Gesellschaft an ihren Aufgaben, zuerst als Mitglied der Redaktions-Kommission, später viele Jahre lang als Schriftführer tätigen Anteil genommen haben. Vor allem aber danken wir Ihnen heute im Namen unserer Gesellschaft für Ihre unermüdliche Tätigkeit und Ihre hervorragenden, Gediegenheit und Gründlichkeit vereinigenden Leistungen auf dem Gebiete unserer Wissenschaft. Was Sie da geschaffen haben, verdient um so höhere Anerkennung, als Sie Ihre Forschungen den oft nur knapp bemessenen Mußestunden abzuringen hatten, die Ihnen Ihre Berufspflichten ließen. Sehr bald nach Beendigung Ihrer Universitätsstudien fanden Sie eine Lebensstellung als Oberlehrer in Berlin, zuerst an der Friedrich-Werderschen-Gewerbeschule, später an dem neu gegründeten Falk-Realgymnasium. Mit vorbildlicher Treue haben Sie Ihr Amt bis zu der vor 5 Jahren erfolgten Pensionierung versehen, zugleich den naturkundlichen Unterricht durch Herausgabe zoologischer Tafeln und eines botanischen Lehrbuches fördernd. Zahlreiche Generationen dankbarer Schüler, durch Sie in das Verständnis der Erscheinungen der Natur eingeführt, blicken mit Verehrung zu Ihnen auf. Unser Vaterland kann stolz sein auf so viele Angehörige des Lehrerstandes, die neben der Bürde des Berufes noch Neigung und Kraft für wissenschaftliche Forschung finden; nicht immer aber dürfte der Umfang und Wert des neben dem Berufe Geleisteten so bedeutend sein, wie in Ihrem Falle.

In Ihrer Dissertation, mit der Sie 1869 an der Berliner Universität promovierten, behandelten Sie einen Gegenstand aus der Entwicklungsgeschichte der Blüten; später haben Sie sich anatomischen Studien zugewandt, und ein Ergebnis derselben ist im 2. Bande unserer Berichte vom Jahre 1884 in der Arbeit über die Zellhautfalten in der Epidermis von Blumenblättern und deren mechanische Funktion niedergelegt. Doch waren diese anfänglichen Arbeiten nur Vorläufer andersartiger Betätigung in der Botanik; denn Ihre eigentliche Aufgabe haben Sie fast ausschließlich auf dem Felde der Phanerogamen-Systematik gefunden. Durch EICHLER angeregt, übernahmen Sie die Bearbeitung der Lythraceen für die Flora Brasiliensis, und dieser Familie haben Sie seitdem fortdauernd Ihre Aufmerksamkeit geschenkt. Nach der 1877 erschienenen Bearbeitung der brasilianischen Lythraceen erweiterten Sie Ihre Studien zu einer in den Jahren 1881—1886 veröffentlichten Monographie der ganzen Familie; die Fülle des ständig einlaufenden Materials nötigte nicht nur zu wiederholten Nachträgen, sondern auch zu einer zweiten Gesamtdarstellung 1903 in ENGLER's Pflanzenreich, der schon 1907 wiederum Nachträge folgten. So haben Sie die Kenntnis dieser Familie nach allen Richtungen gefördert und sich im Inlande und Auslande den Ruf ihres besten Kenners erworben. Dank Ihrer ungewöhnlichen Fertigkeit im Zeichnen haben Sie alle von Ihnen je geprüften Lythraceen in den wichtigsten Merkmalen bildlich dargestellt, und wer Ihren Atlas der Lythraceen gesehen hat, kann ermessen, welche Unsumme gründlicher Arbeit Sie Jahrzehnte lang dieser Pflanzengruppe gewidmet haben.

Es blieb aber nicht bei der Beschränkung auf diese Familie. Umfangreiche Vorarbeiten für Ihre im Jahre 1893 erschienene „Deutsche Dendrologie“, mit der Sie seinerzeit eine Lücke in der Literatur glücklich ausfüllten, und die ein unentbehrlicher Wegweiser in der Gehölzkunde wurde, machten Sie mit einer Reihe anderer Familien und Gattungen der Phanerogamen bekannt, und zwar besonders solchen Gehölzen, die bei uns im Freien angebaut werden können. Zum Spezialstudium wählten Sie sich eine der formenreichsten und schwierigsten Gruppen, nämlich die Unterfamilie Pomoideen der Rosaceen, deren System Sie zuerst 1890 nach eigenen neuen Untersuchungen uns vorlegten; später haben Sie auch die benachbarte Unterfamilie der Prunoideen in den Kreis Ihrer Studien gezogen. Diese artenreichen Gruppen sowie eine große Zahl anderer Gehölz-Gattungen, von denen hier noch *Berberis, Cornus, Evonymus, Forsythia, Fraxinus, Ligustrum, Philadelphus, Ribes, Rosa* und *Syringa* genannt seien, haben Sie in einer großen Reihe von Veröffentlichungen behandelt, der Charakteristik der Arten Ihr für feine Artunterschiede besonders geschärftes Auge leihend. Die dendrologischen Studien, die Sie durch Herausgabe eines Herbarium Dendrologicum und eigene große Sammlungen unterstützten, blühten unter Ihrer Mitwirkung kräftig auf; sie fanden ihren Mittelpunkt in der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, deren Vizepräsident Sie seit 14 Jahren sind und an deren Bestrebungen Sie dauernd eifrigen Anteil nehmen.

Neben diesen eigenen Forschungen widmeten Sie sich nicht weniger als 14 Jahre, nämlich von 1883—1897, der mühevollen Aufgabe, JUST's Botanischen Jahresbericht herauszugeben, den Sie anfangs mit TH. GEYLER, später allein redigierten. Ihre Mitarbeiter an diesem für die Wissenschaft so überaus nützlichen Werke wissen sehr wohl, daß Sie einen sehr großen Teil der Arbeitslast selbst getragen haben, indem Sie für alle Fächer die Vorbereitungen durch Ausziehen der von Jahr zu Jahr mehr anschwellenden Literatur besorgten. Für diese in mancher Hinsicht entsagungsvolle Tätigkeit werden Ihnen die Fachgenossen stets ganz besonderen Dank wissen.

Noch stehen Sie mitten in Ihren wissenschaftlichen Forschungen, die Sie trotz manchen körperlichen Leidens der letzten Jahre nie unterbrochen haben. Möge ein gütiges Geschick Ihnen noch auf viele Jahre Rüstigkeit des Körpers und Frische des Geistes verleihen, damit es Ihnen vergönnt sei, die viel versprechenden einmal begonnenen Arbeiten zu einem Gesamtbilde auszugestalten!

Berlin, den 12. Februar 1918.

S. SCHWENDENER. HANS WINKLER. A. VOIGT. L. WITTMACK.
P. LINDNER. J. BEHRENS. ERWIN BAUR. H. HARMS.
H. MIEHE. O. APPEL.

Die Adresse wurde von Mitgliedern des Vorstandes Herrn Prof. KOEHNE persönlich überreicht, der den Mitgliedern seinen herzlichsten Dank auszusprechen bat.

Unserem Ehrenmitgliede, Herrn Prof. Dr. HUGO DE VRIES wurde folgende Adresse zu seinem 70. Geburtstage am 16. Februar 1918 gesandt:

Hochgeehrter Herr Professor!

Die Deutsche Botanische Gesellschaft, die Sie schon seit mehr als 25 Jahren mit Stolz als Ehrenmitglied zu den ihren rechnet, sendet Ihnen zu Ihrem 70. Geburtstage die herzlichsten Glückwünsche.

Seit Sie als junger Doktor, dessen erste wissenschaftliche Arbeit schon durch eine goldene Medaille der Heimatsuniversität anerkannt worden war, im Winter 1870/71 in Heidelberg bei HOFMEISTER und später in Würzburg bei JULIUS SACHS Ihren wissenschaftlichen Ruf fest begründet haben, standen Sie immer in enger persönlicher und wissenschaftlicher Beziehung zu Deutschland, und in Deutschland haben Sie als Privatdozent in Halle vor 40 Jahren Ihre akademische Laufbahn begonnen.

Mit zwei Arbeitsgebieten der Botanik wird Ihr Name für immer verknüpft bleiben. Waren es zunächst Fragen der physikalischen und chemischen Physiologie, wie des Turgordruckes, der Plasmolyse, der Mechanik des Zellwachstums, denen Ihre Hauptarbeit gegolten hat, so ist es später vor allem das Gebiet der Vererbungs- und Artbildungslehre, auf dem Sie bahnbrechend tätig waren und noch tätig sind.

Nachdem Sie im Jahre 1889 mit Ihrem Werke über „Intracellulare Pangenesis" zunächst mehr theoretische Fragen der Vererbungslehre in Angriff genommen hatten, haben Sie sich dann in immer größerem Umfange experimentellen Studien auf diesem Gebiete zugewandt. Sie waren einer der Wiederentdecker der MENDELschen Spaltungsgesetze, und Ihre gründlichen Untersuchungen über die Artbildung in der Gattung *Oenothera* stehen heute im Brennpunkt des Interesses. Allein die Zahl der wissenschaftlichen Arbeiten von Botanikern aller Länder, die an Ihre *Oenothera*-Versuche anknüpfen, geht in die Hunderte.

Sie haben sich nach einer selten erfolgreichen Laufbahn als Hochschullehrer von der Bürde des Lehramtes frei machen können, um sich in ländlicher Ruhe ganz Ihren Studien widmen zu können. Die Deutsche Botanische Gesellschaft wünscht, daß Ihnen noch eine lange Reihe von Jahren erfolgreicher Arbeit beschieden sein möge, Ihnen zur Freude, der Wissenschaft zur Förderung.

Berlin, im Januar 1918.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

S. SCHWENDENER. HANS WINKLER. A. VOIGT. L. WITTMACK.
P. LINDNER. J. BEHRENS. ERWIN BAUR. H. HARMS.
H. MIEHE. O. APPEL.

Unserem Ehrenmitgliede, Herrn Prof. Dr. HUGO DE VRIES wurde folgende Adresse zu seinem 70. Geburtstage am 16. Februar 1918 gesandt:

Hochgeehrter Herr Professor!

Die Deutsche Botanische Gesellschaft, die Sie schon seit mehr als 25 Jahren mit Stolz als Ehrenmitglied zu den ihren rechnet, sendet Ihnen zu Ihrem 70. Geburtstage die herzlichsten Glückwünsche.

Seit Sie als junger Doktor, dessen erste wissenschaftliche Arbeit schon durch eine goldene Medaille der Heimatsuniversität anerkannt worden war, im Winter 1870/71 in Heidelberg bei HOFMEISTER und später in Würzburg bei JULIUS SACHS Ihren wissenschaftlichen Ruf fest begründet haben, standen Sie immer in enger persönlicher und wissenschaftlicher Beziehung zu Deutschland, und in Deutschland haben Sie als Privatdozent in Halle vor 40 Jahren Ihre akademische Laufbahn begonnen.

Mit zwei Arbeitsgebieten der Botanik wird Ihr Name für immer verknüpft bleiben. Waren es zunächst Fragen der physikalischen und chemischen Physiologie, wie des Turgordruckes, der Plasmolyse, der Mechanik des Zellwachstums, denen Ihre Hauptarbeit gegolten hat, so ist es später vor allem das Gebiet der Vererbungs- und Artbildungslehre, auf dem Sie bahnbrechend tätig waren und noch tätig sind.

Nachdem Sie im Jahre 1889 mit Ihrem Werke über „Intracellulare Pangenesis“ zunächst mehr theoretische Fragen der Vererbungslehre in Angriff genommen hatten, haben Sie sich dann in immer größerem Umfange experimentellen Studien auf diesem Gebiete zugewandt. Sie waren einer der Wiederentdecker der MENDELschen Spaltungsgesetze, und Ihre gründlichen Untersuchungen über die Artbildung in der Gattung *Oenothera* stehen heute im Brennpunkt des Interesses. Allein die Zahl der wissenschaftlichen Arbeiten von Botanikern aller Länder, die an Ihre *Oenothera*-Versuche anknüpfen, geht in die Hunderte.

Sie haben sich nach einer selten erfolgreichen Laufbahn als Hochschullehrer von der Bürde des Lehramtes frei machen können, um sich in ländlicher Ruhe ganz Ihren Studien widmen zu können. Die Deutsche Botanische Gesellschaft wünscht, daß Ihnen noch eine lange Reihe von Jahren erfolgreicher Arbeit beschieden sein möge, Ihnen zur Freude, der Wissenschaft zur Förderung.

Berlin, im Januar 1918.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

S. SCHWENDENER. HANS WINKLER. A. VOIGT. L. WITTMACK.
P. LINDNER. J. BEHRENS. ERWIN BAUR. H. HARMS.
H. MIEHE. O. APPEL.

Herr MELCHIOR sprach über Verstopfung der Spaltöffnungen bei *Clivia nobilis*. Nach kurzer Schilderung der bisher in der Literatur besprochenen derartigen Fälle ging der Vortragende ausführlich auf die von ihm an der genannten Pflanze aufgefundenen und näher untersuchten Verstopfung ein. Es liegt hier ein Fall der thylloiden Verstopfungsart vor, bei der jedoch die thylloide Mesophyllzelle sich nicht nur der Opisthialöffnung anpreßt, sondern auch an der der Spalte zugekehrten Zellwand eine mehr oder minder mächtige cutinartige Substanz abgeschieden wird. Dieselbe wird wie eine plastische Masse den inneren Wänden der Schließzellen angepreßt und kann sogar den Hinterhof bis zur Zentralspalte vollständig ausfüllen. Der Vortragende erläuterte seine Ausführungen an mehreren Zeichnungen und demonstrierte nach Schluß der Sitzung einige mikroskopische Präparate. Die Arbeit wird im vierten Heft der „Beiträge zur Allg. Botanik“, herausgegeben von Prof. Dr. HABERLANDT, erscheinen.

Am 10. Februar sprach der Vorsitzende unserem Ehrenpräsidenten, Herrn Geh. Rat Prof. Dr. SCHWENDENER anläßlich der Vollendung seines 89. Lebensjahres die herzlichsten Glückwünsche der Gesellschaft aus, wofür Herr Geh. Rat SCHWENDENER der Gesellschaft bestens danken läßt.

Mitteilungen.

6. Ernst Küster: Über Mosaikpanaschierung und vergleichbare Erscheinungen.

(Eingegangen am 15. Februar 1918.)

Mosaikartige Felderung macht sich auf Pflanzenorganen der verschiedensten Art und durch verschiedenartige Differenzierungen bemerkbar. Die bekanntesten Fälle sind diejenigen, in welchen normal ergrünte Felder mit weißen oder gelblichen Arealen wechseln, derart, daß die Oberfläche eines Organs — in erster Linie kommen Blattspreiten in Betracht — wie aus Mosaikstücken zusammengesetzt erscheint, deren Größe und deren Form von der morphologischen Gliederung des gefelderten Organs unabhängig sind. Bei „buntblättrigen“ Pflanzen, deren Zeichnung der hier gegebenen Schilderung entspricht, liegt „marmorierte Panaschierung“ vor, wenn die einzelnen Felder noch ansehnliche Größe — mehrere mm oder cm Durchmesser — aufweisen; sind die einzelnen Felder sehr klein, so daß das panaschierte Blatt grün-weiß gesprenkelt erscheint, so liegt „pulverulente Panaschierung“ vor. Selbstverständlich sind diese und jene Form der Panaschierung nicht scharf gegeneinander abzugrenzen[1]).

Dieselbe Zeichnungsweise wie an Blättern tritt auch an vielen Früchten auf.

Ein Mosaik, dessen Felder sich nicht durch Reichtum an Chlorophyll und Mangel an diesem, sondern durch Auftreten und Fehlen des Zellsaftanthocyans unterscheiden, tritt auf den Blättern des als Zierpflanze gern kultivierten formenreichen *Coleus hybridus hort.* auf[2]). Je nach der Größe der scharf gegeneinander abgesetzten, oft bemerkenswert gradlinig begrenzten Felder kann man auch hier zwischen Marmorierung und pulverulenter Zeichnung unterscheiden.

---

[1]) KÜSTER, Pathol. Pflanzenanatomie. 1916. 2. Aufl., p. 14 ff.

[2]) KÜSTER, Die Verteilung des Anthocyans bei *Coleus*-Spielarten. (Flora 9171, Bd. 110, p. 1.)

Sowohl die Panaschierung, wie die Anthocyanzeichnung treten nicht nur im Mosaiktyp, sondern — wohl noch häufiger als in diesem — in sektorialer Verteilung am Pflanzenkörper auf. Anthocyansektoren neben farblosen findet man bei Blüten und Blütenständen (Compositae) bekanntermaßen sehr oft, während marmorierte Anthocyanzeichnung auf Blüten ein seltenes Phänomen ist (Beobachtungen an einer — vermutlich heterozygotischen — *Hesperis matronalis*). Analoga zu der Anthocyanmarmorierung der Blätter verschiedener Art dürfen wir vielleicht in den mit Anthocyankörnern oder Gruppen von solchen ausgestatteten Maiskolben[1]), in anthocyangescheckten Endospermen[2]) u. a. sehen.

Mosaikfelderung wird dann am leichtesten wahrgenommen werden, wenn benachbarte Felder durch so auffallende Merkmale wie die Färbung sie abgiebt, sich von einander unterscheiden. Auf eine Felderung ganz anderer Art hat WINKLER[3]) unlängst aufmerksam gemacht. —

Die Form der Mosaikfelder, ihre scharfe Umgrenzung und oft auch die Anordnung der ein Mosaikfeld aufbauenden gleichartigen Zellen führen zu der Vermutung, daß die aus gleichartigen Zellen gebildeten Gruppen Abkömmlinge einer Mutterzelle (oder mehrerer nebeneinander liegender Zellen) sind: verschiedenartig ausgebildete Nachbarfelder stellen demnach die Deszendenz von zwei in irgend welchem Sinn verschiedenartig veranlagten Schwesterzellen dar. Ist diese Annahme zutreffend, so wird die andere notwendig: daß nämlich bei einer bestimmten Zellenteilung, von der wir zunächst nur wissen, daß sie der Anlage differenter Gewebefelder vorausgeht, eine Mutterzelle in zwei ungleichartig begabte Tochterzellen zerlegt wird. Ähnliche Betrachtungen hat BAUR[4]) über die Entwicklungsgeschichte der an einer *Antirrhinum*-Form auftretenden roten Sprenkelungen — auch der vegetativen Teile — angestellt.

WEISMANN rechnet mit der Möglichkeit, daß an den Zellkern und seine Teile gebundene Anlagen bei der Teilung sich ungleich auf die beiden Tochterzellen verteilen können, und nimmt „zwei äußerlich ununterscheidbare Arten von Kernteilung“ an: „eine solche, bei welcher die beiden Tochterkerne gleichartiges Idioplasma erhalten, und eine andere, bei der sie verschiedenes Idioplasma erhalten, eine Homoiokinesis und eine Heterokinesis, oder erbgleiche und erbungleiche Teilung. Die erstere wird auf einer ganz gleichmäßigen Verteilung der „Anlagen“ auf beide Stäbchenhälften beruhen müssen, der somit eine Verdoppelung durch Wachstum vorhergegangen sein wird; bei der letzteren wird dieses Wachstum mit einer ungleichen Gruppierung der Anlagen verbunden sein[1])“. Auch bei der Entstehung der uns interessierenden Mosaikzeichnung sind Teilungen im Spiele, die eine ungleiche Verteilung der Qualitäten auf die Tochterzellen bewirken. Um nichts zu präjudizieren, wollen wir sie als inäquale Teilungen bezeichnen.

---

[1]) EMERSON, The inheritance of a recurring somatic variation in variegated ears of maize. (Americ. Natur. 1914. Vol. 48, p. 87; vgl. Ztschr. f. ind. Abstammungs- u. Vererbungslehre, 1915, Bd. 14, p. 32.)

[2]) EMERSON, Anomalous endosperm development in Maize and the problem of bud sports. (Ztschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre. 1915, Bd. 14, p. 241.)

[3]) WINKLER, Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen. (Zeitschr. f. Bot. Bd. 8, 1916, p. 417, 447.)

[4]) Einführung in die exper. Vererbungslehre. 2. Aufl. Berlin 1914, p. 304.

Von den in den inäqualen Schwesterzellen schlummernden den „Anlagen“ und der Art des Unterschiedes, der bei der inäqualen Teilung sich zur Geltung bringt, kann man sich verschiedene Vorstellungen machen. Entweder es scheiden bei der inäqualen Teilung irgendwelche Kern- oder Plasmaanteile aus dem Besitz einer Zelle aus, welche von dieser nicht regeneriert werden können, so daß bestimmte Gestaltungs- und Differenzierungsprozesse, welche als Funktion jener Zellenorgane zu gelten haben, für die von ihnen entblößte Tochterzelle ein für alle Mal — d. h. für sie und ihre ganze Deszendenz und unter allen nur erdenklichen Lebensbedingungen – ausgeschaltet werden; — oder es bleiben beiden Tochterzellen die gleichen Gestaltungs- und Differenzierungsmöglichkeiten erhalten, verschieden aber sind ihre Reaktionsfähigkeiten insofern, als die eine der beiden Zellen ein bestimmtes Entwicklungsschicksal unter andern äußeren Einwirkungen erfährt als ihre Schwesterzelle, und unter gleichen Bedingungen die beiden Zellen ungleich sich verhalten und ungleichartige Gruppen von Deszendenten liefern. Von den Pflanzenzellen darf es ja als erwiesen gelten, daß eine Spezifizität, wie sie für die verschiedenen Arten tierischer Zellen in Anspruch genommen zu werden pflegt, ihnen nicht eigen ist: aus Wurzeln können Sproßvegetationspunkte und Achsengewebe hervorgehen, Dermatogen kann Epidermis-, Grundgewebe- und Leitbündelgewebe bilden, Gefäße können sowohl aus den Xylem- als auch — nach Eingriffen bestimmter Art — aus den Phloemderivaten des Kambiums hervorgehen: In den Zellen der verschiedenartigsten Gewebe schlummern dieselben Potenzen, und es hängt von den auf die Zellen wirkenden Bedingungen ab, welche Entwicklungsmöglichkeit verwirklicht wird.

---

[1]) Weismann, Die Continuität des Keimplasmas usw. Jena 1885, p. 32. Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena 1892, p. 46, 47.

Die beiden Modi der inäqualen Zellenteilung, zu deren Unterscheidung unsere theoretischen Betrachtungen soeben geführt haben, sind von grundsätzlich verschiedener Art — sowohl in ihren morphologischen Voraussetzungen wie in ihren Folgen für die Ontogenie eines Organs oder einer ganzen Pflanze. Der erste Modus wird, wie bereits vorhin angedeutet wurde, am leichtesten durch die Annahme einer ungleichen Verteilung der in der Mutterzelle vorhandenen geformten Bestandteile zu erklären sein[1]); beim zweiten Modus muß es noch fraglich bleiben, ob er in gleichem Sinne erklärt werden kann und darf; es wäre sehr wohl vorstellbar, daß inäquale Teilungen der zweiten Art auch bei vollkommen gleicher Verteilung der geformten Bestandteile der Mutterzelle zustande kämen.

Für die Ontogenie des Organs, in dem sich inäquale Teilungen vollziehen, ist von größter Bedeutung der Umstand, daß inäquale Teilungen der ersten Kategorie irreversible Veränderungen der von ihnen betroffenen Zellengenerationen einleiten, während bei inäqualen Teilungen der zweiten Art die Reversion der Veränderung im Bereich des Möglichen liegt, jedenfalls nicht durch den Charakter der Teilung selbst ausgeschlossen wird: Erst der „Rückschlag“ gibt den vollgültigen Beweis dafür, daß die inäquale Teilung zur zweiten Kategorie zu stellen war.

Inäquale Teilungen der ersten Art liegen z. B. vor, wenn bei einer Zellenvermehrung nicht auf alle Tochterzellen ein Chromatophor entfällt und neben farbigen Zellen auch Zellenalbinos entstehen — bei einzelligen Lebewesen sind Teilungen dieser Art bereits wiederholt in unmittelbarer Beobachtung studiert worden[2]). Auf inäquale Teilungen der zweiten Art dürfen wir schließen, wenn z. B. in Bakterienkulturen neue Mutanten entstehen und

---

1) Vgl. z. B. BOVERI, Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. Jena 1904. BALTZER, Über die Beziehungen zwischen dem Chromatin u. der Entwicklung und Vererbungsrichtung bei Echinodermenbastarden (Arch. f. Zellforschung 1910, Bd. 5, p. 497).

2) Vgl. z. B. PASCHER, Fusionsplasmodien bei Flagellaten usw. (Arch. f. Protistenkde. 1916. Bd. 37, p. 31): betrifft Myxochrysis paradoxa.

die neuen Formen zur Rückkehr zur Stammform sich befähigt zeigen[1]).

Bei vielzelligen Lebewesen liegen die Dinge vermutlich nicht anders als bei Protisten. Die Prüfung und Beurteilung des einzelnen Falles machen aber bei ihnen große Schwierigkeiten, da sich die in Vegetationspunkten oder in jugendlichen Organen abspielenden inäqualen Teilungen der unmittelbaren Beobachtung entziehen. —

Was läßt sich über diejenigen inäqualen Teilungen ermitteln, die den eingangs beschriebenen Mosaikfelderungen zu Grunde liegen? Wir kehren zur Erörterung der Panaschierungserscheinungen und der bei *Coleus* beobachteten Anthocyansprenkelungen zurück.

In der Epidermis haben wir, wie bekannt, eine Gewebeform vor uns, deren Zellen bei außerordentlich zahlreichen Pflanzen arm an Chlorophyll sind oder von solchem nichts erkennen lassen; die zu ihr gehörigen Schließzellen ergrünen aber lebhaft, obwohl sie unter denselben äußeren Bedingungen sich entwickeln wie ihre farblosen Nachbarinnen. Es wäre recht wohl vorstellbar, daß auch in den blassen Anteilen einer panaschierten Pflanze Zellen entstünden, die zu normalem Ergrünen befähigt wären — mit andern Worten, daß an einem Gewächs durch eine oder mehrere inäquale Teilungen chlorophyllarme Bezirke entstehen und ein Teil der von diesen sich ableitenden Zellendeszendenz durch „Rückschlag" hinsichtlich seines Chromatophorengehalts wieder normal würde. Beispiele dafür, daß Zellen, die auf „physiologischem" Wege chlorophyllfrei geworden sind, unter dem Einfluß irgendwelcher Faktoren abnormer Weise ergrünen, sind uns von Spermatozoen und Pollenschläuchen her überdies bereits bekannt: über ergrünende Spermatozoen von *Oedogonium* hat KLEBS[2]) Beobachtungen angestellt, ergrünende Pollenschläuche hat LIDFORSS[3]) beschrieben. Leider wissen wir noch nichts über die Bedingungen, welche den genannten Zellenformen die Fähigkeit zum Chlorophyllbilden wiedergeben.

---

[1]) Beide hier unterschiedene Arten der inäqualen Teilung sind dem ersten der drei von HÄCKER (Allgem. Vererbungslehre 1911, p. 207) unterschiedenen Fälle zu subsummieren. Der zweite und dritte Fall seiner Unterscheidung kommt nur mittelbar und nur dann für die Beurteilung der inäqualen Teilungen in Betracht, wenn die von HÄCKER erwähnten Entwicklungsdifferenzen durch ungleichartige Veranlagung der beiden Schwesterzellen, über die bereits bei der inäqualen Teilung entschieden worden ist, bedingt sind.

[2]) KLEBS, Bedingungen der Fortpfl. bei einigen Algen und Pilzen. 1896. p. 299.

[3]) LIDFORSS, Untersuchungen über die Reizbewegungen der Pollenschläuche. (Zeitschr. f. Bot. 1909. Bd. 1, p. 443, 458 Anm.)

Bei Untersuchung der panaschierten Pflanzen sind wir auf die Prüfung der an den Blättern auftretenden Mosaikfelderung angewiesen und auf das, was sich aus der Verteilung der grünen und blassen Areale über ihre Ontogenie erschließen läßt.

Die durch den Krieg geschaffenen Umstände nötigen mich, ausführliche Berichterstattung über die hier angeschnittenen Fragen auf Zeiten zu verschieben, die dem Abschluß der Arbeit und ihrer Veröffentlichung günstiger sind als die jetzigen. Ich beschränke mich zunächst darauf, einen Fall der Panaschierung anzuführen, der durch BAURs grundlegende Untersuchungen besondere Bedeutung für die Forschung gewonnen hat, die albomarginaten Pelargonien[1]). Die ganzen Pflanzen sind, wie BAUR gezeigt hat, von einer farblosen subepidermalen Gewebelage gleichsam umhüllt. Gleichwohl vermögen auch von dieser sich hier und da normal ergrünende Zellen abzuleiten: es entstehen dann tiefgrüne, scharf umgrenzte Partien, in welchen das mit normalem Chlorophyllgehalt ausgestattete Gewebe unmittelbar an die Epidermis stößt.

Eine beträchtliche Zahl albomarginat-panaschierter Pflanzen weist denselben Typus auf, wie BAURs Untersuchungsobjekte. In der Vermutung, daß die an ihnen gefundenen tiefgrünen Partien einer neuen inäqualen Zellenteilung, welche blaßbleibende Zellen von normal ergrünenden trennt, ihre Entstehung verdanken, bestärkt mich der Umstand, daß auch bei andern panaschierten Pflanzen des gleichen Typus innerhalb der weißen Randzone einzelne Zellen oder Zellengruppen verschiedenen Umfanges zum normalen Grün „zurückkehren" können. Überall sind die grünen Partien von den blassen durch scharfe Grenzen abgesetzt. Das ist besonders zu betonen, da die auf den blassen Anteilen panaschierter Pflanzen gelegentlich auftretenden unscharf umgrenzten grünen Felder (manche Spielarten des panaschierten *Acer negundo*) nichts mit dem Rückgewinn der Ergrünungsfähigkeit zu tun haben, vielmehr auf unvollkommenen Chlorophyllverlust und unvollständiges Bleichen der blassen Anteile zurückzuführen sind. Daß solches oft eine Folge allzu schwacher Belichtung ist, wissen die Gärtner. —

---

[1]) BAUR, Das Wesen und die Erblichkeitsverhältnisse der „varietates albomarginatae hort." von *Pelargonium zonale* (Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre. 1909. Bd. 1, p. 330). Unters. über die Vererbung von Chromatophorenmerkmalen bei *Melandrium* usw. (Ebenda 1910. Bd. 3, p. 81.).

Die als *Coleus hybridus* hort. gezüchteten Formen sind die auf dem Wege mannigfaltiger Kreuzung gewonnenen, von den Abarten des *Coleus scutellarioides* sich ableitenden Mischformen, die sich von einander besonders auffällig durch die Farbe ihrer vegetativen Teile unterscheiden. Der Bastardcharakter der Gartenformen legt den Gedanken nahe, daß die Entstehung der marmorierten und gesprenkelten Formen usw. auf eine vegetative Aufspaltung der im Bastard vereinigten Anlagen zurückzuführen sei¹). Ein von *Veronica longifolia* (blau) und *V. longifolia alba* gewonnener Bastard spaltet zuweilen vegetativ derart, daß Trauben entstehen, die auf der einen Seite weiße, auf der andern blaue Blüten entwickeln²). Aufspaltungen ähnlicher Art sind auch an den Sprossen vieler anderer Pflanzen, namentlich oft an Blüten und Früchten, beobachtet worden³). Höchst wahrscheinlich können ebenso gut wie die an genanntem Beispiel und vielen ähnlichen beobachteten sektorialen Differenzierungen auch marmorierte Mischungsbilder auf vegetative Spaltung der in Bastarden vereinigten Anlagen zurückgeführt werden. „Werden etwa schwarze und weiße Nonnen . . . gekreuzt, so erscheinen unter anderem Mosaikbastarde mit schachbrettartigen weißen Zeichnungen auf dem schwarzen Flügel in verschiedener Ausdehnung. . . Außer diesen abnormen Mosaikbastarden gibt es aber auch Fälle, in denen F_1 typisch den Charakter eines Mosaiks in mehr oder minder großem Prozentsatz zeigt. So ergaben Kreuzungen von weißen und schwarzen Leghornhühnern entweder weiße mit schwarzen Flecken oder schwarz und weiß geflitterte oder solche, deren Sprenkelung so fein ist, daß ein gleichmäßiges Blau erscheint“⁴). Was hier über die Größenordnung der Mosaikareale gesagt ist, die an den dem Züchter bekannten Mosaikbastarden auftreten, ist auch für die Zeichnung unserer *Coleus*-Formen Wort für Wort zutreffend. Für die Beantwortung der Frage, ob die Zeichnung der letzteren durch Bastardbildung und -anlagenaufspaltung zu erklären ist, ist freilich durch jene Feststellung noch nichts gewonnen, da grobe Marmorierung ebenso sehr wie pulverulente Sprenkelung auch ohne heterozygotische Veranlagung zustande kommen können — das demonstrieren besonders anschaulich die panaschierten Blätter⁵).

---

1) Vgl. Baur 1914 a. a. O.

2) de Vries, Das Spaltungsgesetz der Bastarde. (Ber. d. D. bot. Ges. 1900. Bd. 18, p. 83, 86.)

3) Vgl. z. B. de Vries, Mutationstheorie 1903. Bd. 2, p. 675. Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 2. Aufl. Jena 1913. p. 619.

4) Goldschmidt, Einführung in die Vererbungswissenschaft. 1911, 256.

5) Vgl. auch Johannsen 1913 a. a. O.

Leider geht es nicht an, rote Mosaikfelder aus marmorierten *Coleus*-Blättern zu isolieren und zur Regeneration anzuregen, um die neugebildeten Pflanzen auf ihren Gehalt an roten und an anderen Mosaikbestandteilen zu prüfen.

Die an *Coleus*-Blättern auftretende Marmorierung kann man sich auf sehr verschiedene Weise durch inäquale Teilungen zustande gekommen denken und von einem aus gleichartig veranlagten Vegetationspunkte ableiten. Diese Möglichkeiten zu diskutieren würde hier zu weit führen. Ihre Prüfung führt mich zu der Vermutung, daß auch bei den *Coleus*-Spielarten die durch inäquale Teilungen herbeigeführten und eingeleiteten Veränderungen in der Qualifikation der Zellen keine irreversiblen seien, und daß anthocyanhaltige Zellen auch anthocyanfreie Deszendenten liefern können, wenn von neuem inäquale Teilungen in ihnen erfolgt sind. Zu dieser Annahme, daß in anthocyanhaltigen Zellen auch die Fähigkeiten zur Produktion anders gearteter Elemente irgend wie schlummern, daß allerdings in ihnen — so lange keine neue inäquale Teilung erfolgt — die Potenzen zur Bildung anthocyanhaltiger Zellen in irgend einem Sinne „dominieren“, führten mich die Beobachtungen an sektorial halbierten *Coleus*-Pflanzen, die auf beiden Hälften die der Grundfarbe entgegengesetzten Qualitäten in vereinzelten Sprenkelungen aufweisen, und an solchen, deren sektoriale Abschnitte sich durch die Art ihrer Sprenkelung oder Marmorierung unterscheiden.

Bonn, Januar 1918

7. Otto Gertz: Über einige durch schmarotzende Cuscuta hervorgerufene Gewebeveränderungen bei Wirtspflanzen.

(Eingegangen am 14. Februar 1918.)

In den Untersuchungen über die Physiologie und Biologie von *Cuscuta*, die ich bereits vor Jahren an anderer Stelle veröffentlicht habe, war ich in der Lage, nachweisen zu können, daß sich bei einigen Wirtspflanzen die normale Gewebebildung unter dem Einfluß dieses Schmarotzers in verschiedener Weise verändert. In extremen Fällen führt das Schmarotzen von *Cuscuta* sogar zum Auftreten exkreszenzartiger Wucherungen, die geradezu parallel mit den bekannten von *Loranthus europaeus* L. auf *Quercus* verursachten Phytocecidien zu stellen sind.

Schon in den fünfziger Jahren beobachtete SCHACHT[1]), daß bei saftreichen Pflanzen bisweilen knollenartige Anschwellungen der Rinde auftreten, wenn Haustorien von *Cuscuta* in dem betreffenden Gewebe wuchern. Als Beispiele führt er das Verhalten gewisser *Malva*-artigen Pflanzen (*Hibiscus*) sowie des *Solanum* an.

Weitere Angaben finden sich bei MIRANDE[2]), welcher mehrere Fälle beschreibt, wo die Wirtspflanzen abnorme Gestaltung und Gewebebildung zeigten. So führte eine parasitische Installation von *Cuscuta japonica* auf den Blattstielen von *Pelargonium zonale* und auf den jungen Sproßachsen von *Impatiens* und *Cytisus Laburnum* zu Gewebeproliferationen in Gestalt spindelförmiger Anschwellungen oder einseitiger, schraubenartig orientierter Verdickungsleisten (*Impatiens* in einigen Fällen, sowie *Cytisus*) an den Stellen, wo die Haustorien wucherten. Es traten auch derartige Exkreszenzen dann und wann bei *Urtica*, die von *Cuscuta europaea* angegriffen war, sowie bei *Trifolium* und *Medicago* unter Einwirkung von *C. Gronovii* oder *C. Epithymum* auf. Der anatomische Effekt vom Eindringen

---

1) SCHACHT, H., Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Gewächse. Berlin 1854. S. 169. — Siehe ferner GOEBEL, K., Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane. (SCHENKs Handbuch der Botanik. Dritter Band. Erste Hälfte. Breslau 1884. S. 99.) S. 374.

2) MIRANDE, M., Recherches physiologiques et anatomiques sur les Cuscutacées. Thèse. Paris 1900. — Veröffentlicht im Bulletin scientifique de la France et de la Belgique. Tome XXXV. Sixième série. Paris 1900. S. 1. — S. 44, 45; Pl. I, Fig. 8 (*Pelargonium*), 9—12 (*Impatiens*), 20 (*Cytisus*).

der Haustorien äußerte sich, was die Wirtspflanze betrifft, hauptsächlich in Vergrößerung und Teilung der Rindenparenchymzellen, bei *Cytisus* auch noch in kräftiger Aktivität des Oberflächenperiderms, die zur Bildung zahlreicher Phellodermschichten führte. Die biologische Bedeutung dieser Proliferationen sieht MIRANDE in einer dadurch bedingten Verdickung des betreffenden Gewebes, wodurch die Wirtspflanze einen, wenn auch geringen Schutz gegen den Schmarotzer bekommt, indem es für die Haustorien desselben schwieriger ist, Kontinuität mit dem Gefäßbündelsystem der Wirtspflanze zu erreichen.

MIRANDE beobachtete bei *Deutzia crenata* und *Pelargonium zonale* eine ausgeprägte Chlorose, wenn die genannten Pflanzen von *Cuscuta japonica* angegriffen worden waren, eine Chlorose, die so bedeutend wurde, daß sich die betreffenden Pflanzenteile völlig entfärbten und eine weißliche Farbe annahmen. Eine ähnliche Entfärbung zeigte zum Schluß auch die schmarotzende *Cuscuta*-Vegetation, indem diese elfenbeinweiß wurde[1]).

Die im folgenden beschriebenen Untersuchungen wurden im Sommersemester 1909 im pflanzen-physiologischen Institut zu Leipzig ausgeführt und stehen in näherer Beziehung zu meinen schon veröffentlichten[2]), vom Geheimrat Prof. W. PFEFFER angeregten Beobachtungen über die Schutzmittel verschiedener Wirtspflanzen gegen *Cuscuta*. Es stellte sich bei diesen meinen Untersuchungen heraus, daß in abnorme Bahnen geführte Gewebebildungen keineswegs eine allgemeine, beim Schmarotzen von *Cuscuta* eintretende Erscheinung darstellen, daß sie aber für eine Anzahl von Pflanzen charakteristisch sind. In meinen experimentellen *Cuscuta*-Kulturen, die ich an verschiedenen Pflanzen als Wirte für *Cuscuta Gronovii*

---

1) MIRANDE, M., l. c. S. 90, 91.

2) GERTZ, O., Ueber die Schutzmittel einiger Pflanzen gegen schmarotzende *Cuscuta*. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Band LVI. Leipzig 1915. S. 123.) — Bei der Zusammenstellung der einschlägigen früheren Literaturangaben ist mir durch Uebersehen folgende Mitteilung entgangen: NOBBE, F. und SIMON, J., Zum Wirtswechsel der *Cuscuta*-Arten (Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen. Band LXI. Berlin 1905. S. 313.)

Meine anatomischen Untersuchungen sind gewissermaßen den interessanten Befunden HEINRICHER's in bezug auf die von *Viscum album* bei verschiedenen Pflanzen verursachten Gewebeanomalien an die Seite zu stellen. — HEINRICHER, E., Ueber Versuche, die Mistel (*Viscum album* L.) auf monocotylen und sukkulenten Gewächshauspflanzen zu ziehen. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. CXXI. Band. Abteilung I. Wien 1912. S. 541.)

Willd. aufzog, wurden Wucherungen dieser Art bei folgenden Pflanzen angetroffen: *Elsholzia cristata* Willd., *Impatiens parviflora* DC., *Bryophyllum calycinum* Salisb., *Portulaca oleracea* L., *Solanum nigrum* L., *Datura Stramonium* L.

Elsholzia cristata Willd.

Bei meinem Versuch entwickelte sich *Cuscuta Gronovii* während 3 Wochen besonders üppig auf dieser Pflanze und sandte in die Sprosse derselben kräftige Haustorien hinein, die dort Haustorialmycelien bis in die Markgewebe bildeten. Nach dieser Zeit fing aber der Schmarotzer an zu kränkeln und ging schließlich zugrunde.

Die vom Schmarotzer verursachten pathologischen Veränderungen waren wenig durchgreifend und äußerten sich nur in knotenförmigen Anschwellungen an den Kontaktstellen der *Cuscuta*-Fäden und in der bleicheren Chlorophyllfärbung dieser Teile. Die abnorme Gewebebildung war durch eine lokal gesteigerte Teilung der peripheren Zellen hervorgegangen, die zu einer Proliferation der betreffenden Gewebe in perikliner und antikliner Richtung führte. Stellenweise war daneben die Größe der Zellen beträchtlich über die normalen Dimensionen derselben erhöht.

Bei *Elsholzia cristata* zeigen normale Stengelglieder außerhalb des Leptoms ein durchschnittlich 5—6 Zellreihen mächtiges Parenchym. Nur in den Ecken des Stengels ist dieser Bau durch Ausbildung mächtiger, subepidermaler Collenchymbündel derart modifiziert, daß die Anzahl der extraleptomatischen Elemente bis gegen 15 gesteigert wird.

An den zwischen diesen Ecken befindlichen Stellen des Stengels, in welche *Cuscuta*-Haustorien hineingedrungen waren, zeigte der betreffende Gewebekomplex eine kräftige Vergrößerung. Während dieser, wie erwähnt, normal eine Mächtigkeit von 5—6 Zellreihen besitzt, war hier die doppelte Anzahl von Zellen (10—12) und darüber vorhanden, die sich aus dem normalen, 5—6-schichtigen Gewebe durch wiederholte Zellteilung in perikliner Richtung gebildet hatten. Weil aber auch antikline Teilungen eingetreten waren, war die Anzahl der Zellen noch weiter vermehrt. Auf Querschnitten durch den Stengel erwies sich das betreffende Gewebe von tafelförmigen oder überhaupt polygonalen Zellen aufgebaut, welche perikline, oft auch antikline Reihen bildeten und in ihrer Anordnung an die der Peridermzellen erinnerten.

Eine Untersuchung tangentialer Schnitte ergab, daß sich die oberflächlich gelegenen Zellen bei der in Rede stehenden Gewebeproliferation noch in eine dritte zu den anderen senkrechte Fläche geteilt hatten. Die Zellen bildeten nämlich auf diesen Schnitten radiäre Reihen, die von den Punkten ausstrahlten, wo die *Cuscuta*-Haustorien hineingedrungen waren. Auch an radialen Längsschnitten war ein deutliches Bild dieser abnorm reichlichen Zellteilung zu sehen. Vom Haustorium als Mittelpunkt gingen in strahlenförmiger Anordnung und nach allen Richtungen hin Zellreihen aus, deren Querwände infolge der wiederholten Teilungen dicht aneinander gestellt waren.

Eine Vermehrung der Mächtigkeit war übrigens auch im Gewebe des Leptoms und des Hadroms eingetreten. Besonders im Leptom war diese sehr auffallend.

Auf einigen Stellen hatten sich, wie erwähnt, die Elemente des Rindenparenchyms über die normale Größe hinaus entwickelt. Daneben waren die Chloroplasten dieser Zellen im allgemeinen stark reduziert, während im Gegenteil ihr Wassergehalt im Zellsaft eine abnorme Steigerung erlitten hatte.

Die an der Kontaktstelle der Haustorien vorhandenen Zellen waren somit beinahe gleichwertig. Vom pathologisch-anatomischen Gesichtspunkt aus können wir dieselben als hyperhydrisch bezeichnen. Sie waren offenbar durch den Akt abnormer Gewebebildung, den KÜSTER[1]) kataplastische Hyperplasie genannt hat, entstanden.

Impatiens parviflora DC.

An den Stellen des Stengels und der Blattstiele, wo *Cuscuta* ihre Saugwurzeln einsendet, entstehen besonders kräftige, spindelförmige Anschwellungen. Diese, welche bisweilen sogar die dreifache Dicke normaler Stengelglieder bezw. Blattstiele messen, rühren von kräftiger Volumvermehrung und radialer Streckung — in einigen Fällen auch von Teilung — der chlorophyllarmen Rindenparenchymzellen her, die sich zwischen dem Collenchymgewebe und dem Gefäßbündelzylinder befinden. Eine derartige Vergrößerung und Vermehrung erreichen auch die Elemente der Gefäßbündel.

Die pathologischen Gewebeveränderungen dieser Wirtspflanze sind gleichfalls zur Hyperplasie zu rechnen, stehen aber auf der Grenze zur Hypertrophie (sensu strictiori).

Bryophyllum calycinum Salisb.

In den *Cuscuta*-Kulturen auf *Bryophyllum* zeigten die Stengelglieder dieser Wirtspflanze kräftige, einseitige Verdickung längs einer links aufsteigenden Schraubenlinie, die die hypertrophierte Kontaktzone der *Cuscuta*-Fäden darstellte. Eine anatomische Untersuchung ergab, daß die fragliche Anschwellung durch Vermehrung der Mächtigkeit der Rinde und des sekundären Xylems zustande gekommen war. Vielleicht ist diese Erscheinung mit den ringförmigen Anschwellungen analog, die bekanntlich beim Einschnüren von Sproßachsen entstehen und durch lokale Vermehrung des Rindendruckes hervorgerufen sind. Es ist jedoch wahrscheinlicher, daß die betreffende Verdickung infolge eines organischen Reizes durch das Eindringen der Haustorien in den Stengel hervorgegangen ist. Für diese Ansicht sprechen die von *Cuscuta* auf anderen Pflanzen verursachten Deformationen.

---

[1]) KÜSTER, E., Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903. S. 149 ff.

Portulaca oleracea L.

Auf dem Stengel wurden Andeutungen zu Hyperplasien gefunden, die sich in lokal vermehrter Dicke der Rinde äußerten und sich durch perikline und antikline Teilung der Zellen dieses Gewebes gebildet hatten.

Solanum nigrum L.

Die unter dem Einfluß der *Cuscuta*-Haustorien auf Stengeln und Blattstielen auftretenden Gewebewucherungen waren bei *Solanum nigrum* besonders kräftig. Auf den infizierten Stengeln traten dieselben als knollenartige Auswüchse hervor, die sich sehr beträchtlich entwickelten, so daß die Epidermis infolge des von innen wachsenden Rindendrucks zerriß und abstarb, wonach Peridermbildung von der Spitze der betreffenden Anschwellungen eintrat.

Ein normaler *Solanum*-Stengel zeigt folgende Anordnung der Gewebe:

1. Epidermis,
2. ein einschichtiges Hypoderma mit Chloroplasten und mit anthocyanführendem Zellsaft,
3. ein 2—3 Zellreihen mächtiges Eckencollenchym,
4. zwei Reihen großer hyaliner Rindenparenchymzellen mit Chloroplasten und Stärkekörnern,
5. eine Reihe von Bastfaserzellen, die gewöhnlich einen Hohlzylinder bilden, in einzelnen Fällen aber als mehr oder weniger zerstreut liegende, mechanische Idioblasten auftreten; innerhalb dieser Zellreihe tritt das Leptom auf.

Die pathologischen Veränderungen der Gewebestruktur rühren von einer lokalen Vergrößerung gewisser Zellen her, die oft mit Zellenteilung in perikliner Richtung verbunden ist. Diese Hypertrophie bezw. Hyperplasie kann ihren Ausgangspunkt von verschiedenen Zellagen des Stengels nehmen. Folgende Fälle habe ich an meinem Untersuchungsmaterial beobachtet:

a) Die Wucherung fängt peripher als eine blasenförmige Auftreibung der Epidermis an. Die Zellen dieses Gewebes strecken sich auf der Länge hin und werden palisadenförmig mit kegelförmiger oder halbsphärischer Begrenzung der Spitze. Oft teilen sich die fraglichen Zellen durch tangentiale Wände. Eine Streckung tritt ferner im Hypoderma ein, so daß die Zellen auch hier palisadenförmig und wasserreich werden. Die Chloroplasten erleiden eine Reduktion, und das in den betreffenden Zellen normalerweise vorhandene Anthocyan verschwindet. Es tritt ebenfalls auch in diesem Gewebe oft eine pathologische Proliferation durch tangentiale Teilung der Zellen ein.

Die in dieser Weise entstandenen, hypertrophierten bezw. hyperplastischen Zellen wachsen zu großen, hyalinen Wassergewebezellen in Form von Palisaden aus.

b) Die Bildung hyperhydrischen Gewebes hat ihren Ausgangspunkt tiefer im Stengel, z. B. im Assimilationsgewebe innerhalb des Collenchyms (in der Lage 4 der oben mitgeteilten Uebersicht), dessen Zellen dann dieselben Veränderungen wie im eben beschriebenen Falle erleiden. Diese erstrecken sich palisadenförmig und werden reichlich wasserführend, wogegen der Chlorophyllgehalt derselben reduziert wird. Daneben treten oft Querteilungen auf. Infolge der stark vermehrten Mächtigkeit, die das betreffende Gewebe hierdurch bekommt, wird das Collenchym und der außerhalb desselben befindliche Gewebekomplex nach außen geschoben, und es entstehen durch weiter fortschreitende Entwicklung radiale Reihen von Zellen, die chlorophyllfrei, dünnwandig und wasserführend sind und in gewisser Beziehung an die Zellverbindungen bei beginnender Peridermbildung erinnern. Die Epidermis ist in diesem Falle nicht selten infolge tangentialer Teilung mehrschichtig, tritt aber bald ausser Funktion und wird durch Periderm subepidermalen Ursprungs ersetzt.

c) Einen dritten Fall stellt die Wucherung dar, welche von Zellen an der Grenze vom Leptom oder von den in diesem Gewebe vorhandenen Elementen ausgeht. Besonders bemerkenswert sind hierbei die Umwandlungen, die die Bastfaserzellen in der Kontaktzone zum Leptom durchmachen. Diese entwickeln sich nämlich zu Steinzellen (Brachysklereiden) von verschiedener Größe und Form. Im Vergleich mit normalen Bastfasern tritt vor allem die bedeutende, nicht selten sogar riesenartige Breite dieser Elemente hervor, welche, lineär berechnet, die der gewöhnlichen Bastfasern sogar 10 bis 15 mal übersteigt. Die Zellwände haben abnorm vermehrte Dicke und zeigen konzentrische, von dicht gestellten, einfachen Tüpfeln unterbrochene Schichtung. Durch Plasmolyse konnte ich nachweisen, daß die Sklereiden lebenden Protoplasmainhalt führten. Die wechselnde und oft sehr unregelmäßige Form der in Rede stehenden Elemente trat sehr deutlich auf Querschnitten hervor, wo diese eine polygonale, quadratische oder trianguläre, seltener zirkuläre Begrenzung zeigten.

Auf Längsschnitten durch den Stengel treten die normalen Bastfasern als lange, prosenchymatische und mit den zugespitzten Enden in einander eingekeilte Elemente ohne deutlich nachweisbare Tüpfel auf. Die Sklereiden dagegen sind, in dieser Ebene untersucht, mehr oder minder isodiametrisch und demnach als parenchymatische Elemente entwickelt. Die Wände derselben sind ferner, wie erwähnt, kräftig verdickt und von Tüpfeln reichlich durchsetzt.

Inwiefern die beschriebenen Brachysklereiden durch direkte Umbildung prokambialer Bastfasermutterzellen hervorgegangen waren, oder ob sie zuerst nach Querteilung aus solchen entstanden waren, stellt eine Frage dar, über welche ich nicht recht ins Reine kommen konnte Es sei jedoch erwähnt, daß ich weder septierte Bastfasern gefunden habe, noch auf irgendwelcher Stelle die Beobmachung habe machen können, daß die Sklereiden in deutlichen Längsreihen lagen, was allerdings der Fall sein müßte, wenn eine Querteilung von den Mutterzellen derselben zustande gekommen wäre. Die Sklereiden haben sich allem Anschein nach direkt aus Anlagen gewöhnlicher Bastfaserzellen entwickelt.

Die oben beschriebenen Deformationen bei *Solanum nigrum* zeigten auch in ernährungsphysiologischer Hinsicht bemerkenswerte Eigentümlichkeiten. So wurde in mehreren Fällen eine abnorme Anthocyanproduktion beobachtet. Wie ich schon hervorgehoben habe, hat das Eindringen der *Cuscuta*-Haustorien den Erfolg, daß das im Hypoderma des Stengels normalerweise vorhandene Anthocyan verschwindet. Sekundär tritt indessen öfters eine Bildung dieses Pigments in den die Sklereiden gürtelförmig umgebenden Parenchymzellen ein, wie dies auch in den unmittelbar außerhalb des Phloems liegenden Parenchymzellen der Fall war. Dann und wann treten Anthocyanidioblasten weiter drinnen im Stengel auf, z. B. bei den Wucherungen des Leptoms. Daß anthocyanführende Zellen als Belege von Bastfasern oder Sklereiden auftreten können, ist mir von früher durch meine Anthocyanuntersuchungen bekannt. Es verdienen hier besonders die Stengel von *Urtica urens* L. und die Blattstiele von *Heracleum pubescens* Bieb.[1]) erwähnt zu werden, wo ich anthocyanführende Parenchymgürtel um idioblastische Bastfasern beobachtet habe. Das erwähnte Verhalten scheint mir im Zusammenhang mit der schon lange bekannten Tatsache zu stellen zu sein, daß häufig Stärkekörner in den die Bastfaserelemente umgebenden Leitbündelscheiden auftreten. Nach der Auffassung FRANK's, HEINE's[1]), FISCHER's[2]) und anderer Autoren ist diese Stärke als Ueberbleibsel plastischen Materials zu betrachten, das für die Bildung dicker Zellwände nicht völlig verbraucht worden ist. In Anbetracht des näheren Zusammenhangs, der zwischen der Kohlehydrat- und der Anthocyanproduktion zu bestehen scheint, ist es nicht unwahrscheinlich, daß bei der Bildung der Sklereiden und der Bastfasern in den lokalen Wucherungen dieses *Solanum*-Stengels plastisches Material in Form von Kohlehydraten übrig geblieben ist, und daß sich dieses hier mit gerbstoffartigen Substanzen unter Synthetisierung von Anthocyan kondensiert hat.[3]) Daß anderseits der Gerbstoff eine Substanz darstellt, die in den parenchymatischen, Bastfasern und Sklereiden umgebenden Zellgürteln auftreten kann, ist durch die Untersuchungen GAUCHER's[4]) und anderer Forscher bekannt.

---

[1]) GERTZ, O., Studier öfver anthocyan. Akademisk afhandling. Lund 1906. S. 111, 112.

Datura Stramonium L.

Die Verhältnisse waren bei *Datura Stramonium* im ganzen dieselben wie bei *Solanum nigrum*. Wegen der ausgeprägten Giftigkeit dieser Wirtspflanze stellten jedoch in den betreffenden Kulturen die *Cuscuta*-Sprosse ihr Wachstum ein, als sie ein bis zwei Windungen gemacht hatten, und nicht einmal dann, wenn die auf *Datura* befestigten Versuchssprosse in Kontinuität mit der Mutterkultur blieben, waren dieselben einer weiteren Entwicklung fähig. Von der Mutterpflanze abgeschnittene *Cuscuta*-Sprosse konnten sich jedoch fast drei Wochen lang in hinsiechendem Zustand bei *Datura* am Leben erhalten. Es ging aus der Untersuchung von Querschnitten durch infizierte Teile des *Datura*-Stengels hervor, daß die Haustorien bis zur Innenrinde hineingedrungen, daß sie aber dann wahrscheinlich vergiftet worden waren, weil ihre oberflächlig gelegenen Gewebeschichten braungefärbt und desorganisiert waren. Einen Anschluß an die Gefäßbündel der Wirtspflanze konnte ich auf keiner Stelle beobachten, auch hatten sich in den Haustorien keine Tracheidenbündel gebildet.

---

[1]) HEINE, H., Ueber die physiologische Funktion der Stärkescheide. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band III. Berlin 1885. S. 189.) — „. . . . . muß . . . . die in der Stärkescheide befindliche Stärke als ein Vorratsmaterial, ein Reservestoff angesehen werden, mit der Bestimmung, den ihnen benachbarten, in jugendlichem Zustande sehr dünnwandigen Bastzellen das Material für deren nachträgliche oft ganz bedeutende Wandverdickung zu liefern". S. 192, 193.

[2]) FISCHER, H., Ueber Stärke und Inulin. (Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Band XII. Jena 1902. S. 226.) S. 239.

[3]) GERTZ, O., Några iakttagelser öfver anthocyanbildning i blad vid sockerkultur. (Arkiv för botanik. Band 11. Nr. 6. Uppsala u. Stockholm 1912.)

[4]) GAUCHER, L., Recherches anatomiques sur les Euphorbiacées. (Annales des sciences naturelles. Huitième série. Botanique. Tome XV. Paris 1902. S. 161.) S. 211, Fig. 36, 37.

Die in die Stengel der Wirtspflanze hineingedrungenen Haustorien hatten durch ihren Reiz besonders kräftige Wucherungen hervorgerufen. Diese traten als große, knotenförmige Auswüchse an den Stellen auf, wo die Haustorien den Stengel durchbohrt hatten. Ebenso wie bei *Solanum nigrum* waren diese durch Streckung bezw. Teilung von Zellen entstanden, die jedoch stets an der Innenrinde lokalisiert waren.

Ein Querschnitt durch einen normalen *Datura*-Stengel zeigt außerhalb des Gefäßbündelzylinders denselben Bau wie bei *Solanum nigrum*. Innerhalb 1. der Epidermis findet sich 2. ein Collenchym von etwa vier Zelllagen vor, welche in der subepidermalen Reihe reichlich Chloroplasten führen; danach kommt 3. ein großzelliges Grundgewebe von 5—8 Zelllagen, reichlich wasserführend und mit geringerem Inhalt von Chloroplasten. Auf der Grenze zum Gefäßbündelgewebe tritt 4. eine meistens unterbrochene Reihe von Bastfasern auf.

Die pathologischen Gewebeveränderungen gingen, wenigstens auf den von mir untersuchten Stellen, konstant vom Grundgewebe innerhalb des Collenchyms aus. Hier trat eine wiederholte Bildung perikliner, dicht nebeneinander gestellter Zellwände auf. Die auf diese Weise entstandenen Elemente wuchsen zu großen, unregelmäßig gestalteten und in radialen Reihen gestellten Zellen aus, deren Hauptmasse ein reichlich saftführendes Parenchym mit zerstreut liegenden Brachysklereiden bildete. Es war in diesem Falle offenbar, daß die Steinzellen nicht aus Anlagen zu Bastfasern entstanden waren, weil innerhalb jener Zellen stets normal ausgebildete Bastfasern vorhanden waren. Für die Sklereiden sind folgende Kennzeichen als charakteristisch hervorzuheben: die unregelmäßige, in hohem Grade wechselnde Gestaltung, die kräftige Verdickung der deutlich geschichteten Zellwände, das reichliche Vorkommen einfacher, oft schräg gestellter Tüpfel sowie auch die beinahe riesenartige Größe, die in der Breite ungefähr das doppelte von der in den wuchernden Stengelteilen bei *Solanum* befindlichen Sklereiden betrug.

Die beschriebene Gewebeanomalie wurde in unmittelbarer Nähe des Kontakts mit den eingedrungenen *Cuscuta*-Haustorien gefunden. Rings um diese Stellen waren die Rindenzellen, wegen Längsstreckung (senkrecht zur Epidermis), palisadenförmig, wobei die Längsachse derselben gegen das eingedrungene Haustorium gerichtet war. Mit seiner Spitze stellte das Haustorium das Zentrum dar, wohin alle derartig gestalteten Parenchymzellen konvergierten.

Die reichliche Bildung abnorm großer, hyperhydrischer Zellen führte schließlich dahin, daß der ganze, außerhalb derselben befindliche Gewebekomplex (Epidermis und Collenchym) wegen des von innen wachsenden Gewebedrucks zerriß, vertrocknete und abgestoßen wurde, wodurch tiefe Wunden im Stengel der Wirtspflanze zustande kamen.

Die wesentlichen, aus den mitgeteilten Untersuchungen hervorgegangenen Ergebnisse sind folgenderweise zusammenzufassen. Die von den *Cuscuta*-Haustorien angegriffenen Pflanzenteile erleiden eine quantitative und, bei einigen Pflanzen, auch eine qualitative Veränderung. Letzteres gilt vor allem bei *Solanum nigrum* und *Datura Stramonium*, aber auch bei *Elsholzia cristata* ist das anomale Gewebebild einigermaßen zu einer Veränderung in der Natur der Gewebe zurückzuführen. Beinahe ausschließlich quantitativ sind die von *Cuscuta* verursachten Veränderungen bei *Impatiens parviflora*, *Bryophyllum calycinum* und *Portulaca oleracea*.

Im allgemeinen scheinen sowohl Hemmungsbildungen als Meta- und Hyperplasmen vorzuliegen. An die Stelle eines anatomisch-physiologisch differenzierten Parenchyms ist ein verhältnismäßig homogenes Gewebe getreten, welches von oft abnorm großen, durch vermehrte Streckung entstandenen Zellen gebildet wird, was ursächlich mit dem hohen Turgordruck und dem großen Wasserreichtum der betreffenden Zellen zusammenhängt. Diese Veränderungen, welche stets mit gehemmter Chlorophyllproduktion verbunden waren, sind ja für Hypertrophie im engeren Sinne charakteristisch. Ohne deutliche Grenze geht dieses abnorme Gewebebild in dasjenige über, das kataplastische Hyperplasie kennzeichnet, indem die Zellen, unter dem Einfluß gesteigerter Volumvermehrung, zu lebhafter Teilung neigen, wodurch ihre Anzahl vermehrt wird. Eine ganz neue, von den abnormen Verhältnissen induzierte Gewebedifferenzierung tritt eigentlich nur bei *Solanum* und *Datura* auf, wo sich gewisse Elemente zu Steinzellen (Sklereiden) ausbilden, die als anatomische Einheiten nicht in die normale Zusammensetzung dieser Pflanzen eingehen. Die letzterwähnte Tatsache deutet gewissermaßen auf einen Ansatz zu protoplastischer Hyperplasie oder den Fall abnormer Gewebedifferenzierung hin, der in extremer Form in den Cecidien vorliegt.

Zunächst sind die erwähnten Gewebeveränderungen mit Intumeszenz- und kallusartigen Proliferationen zu parallelisieren, die bekanntlich Massen homogenen Parenchyms darstellen, wo es doch nicht selten zu lokaler Bildung dickwandiger Sklereiden kommt.

Es dürfte eine schwierige Sache sein, zu entscheiden, auf welche Weise diese von *Cuscuta* hervorgerufenen Gewebeanomalien der Wirtspflanzen kausal zu erklären sind. Die aufgehobene Gewebedifferenzierung, die Chloroplastenreduktion und gewisse andere Merkmale repräsentieren einen Fall von Hemmungsbildung, der durch den Einfluß des nahrungsschöpfenden Schmarotzers zustande gekommen ist. Doch machen andere Kennzeichen, wie kräftigeres Streckungswachstum und lebhaftere Zellteilung nebst der Bildung dickwandiger Sklereiden ein Moment aus, das für eine vom Schmarotzer herrührende wachstums- und entwicklungsbefördernde Induktion spricht. Um diese noch offene Frage genau zu ermitteln, sind inzwischen weitere Studien in rein entwicklungsmechanischer Richtung erforderlich.1)

Ein anderer Punkt, woran künftige Forschungen anknüpfen müssen, berührt die Frage, in welcher Weise das Ausbleiben der Wundperidermbildung um die physiologische Wunde zu erklären ist, die die *Cuscuta*-Haustorien hervorbringen, wenn sie den Körper der Wirtspflanze durchdringen. Nach KÜSTER hat man in solchen Fällen mutmaßlich mit einer Wirkung besonderer Substanzen zu rechnen, welche beim Eindringen der Haustorien die Bildung von Wundperiderm verhindern.2)

---

1) Siehe die Literatur bei KÜSTER, E., l. c. S. 74, 91 u. a. Stellen. — KÜSTER, E., Aufgaben und Ergebnisse der entwicklungsmechanischen Pflanzenanatomie. (Progressus rei botanicae. Zweiter Band. Jena 1908. S. 455.) S. 529, 537 u. a. Orten.

2) MASSART, J., La cicatrisation chez les végétaux. (Mémoires couronnés par l'Academie de Belgique. Tome LVII. Bruxelles 1898. Nr. 1.) S. 29. — KÜSTER, E., l. c. S. 540, 541.

8. A. Ursprung: Ueber die Absorptionskurve des grünen Farbstoffes lebender Blätter.

(Mit 2 Textfiguren.)

(Eingegangen am 15. Februar 1918.)

Die Angaben über den Verlauf der Absorptionskurve des Chlorophylls widersprechen sich mehrfach. Eine Nachprüfung der umstrittenen Punkte war notwendig, um den Zusammenhang zwischen Assimilation und Absorption, von dem in der nächsten Abhandlung die Rede sein wird, richtig beurteilen zu können.

Unter „Chlorophyll“ kann bei Absorptionsuntersuchungen verstanden sein: das normale oder injizierte lebende grüne Blatt, der Farbstoff des lebenden Blattes (bestimmt aus der grünen und weißen Partie eines panachierten Blattes), ein mit verschiedenen Lösungsmitteln herstellbarer Blattextrakt, die mehr oder weniger reinen grünen Pigmente des Blattauszuges, Chlorophyll a und b. Der Extrakt gibt notwendig ein Mischspektrum aus den Chlorophyllen, den Xanthophyllen und dem Carotin; beim Blatt gesellt sich noch die Absorption der übrigen Zellbestandteile dazu. Auch ist zu bedenken, daß durch beigemengte Pflanzensäuren und durch Licht Veränderungen eintreten können, daß in den Lösungen die Lage der Bänder vom Lösungsmittel beeinflußt wird, und daß im Blatt eine Verschiebung gegenüber der Lösung eintritt. Dazu gesellt sich der Einfluß der Konzentration bzw. Schichtdicke oder Blattdicke.

Die abweichenden Angaben über die Absorption des Chlorophylls sind z. T. durch Verschiedenheiten des absorbierenden Mediums bedingt, dazu kommen Verschiedenheiten in der Untersuchungsmethode und in der Darstellung der Resultate. Die meisten Autoren begnügen sich mit einer qualitativen Untersuchung und zeichnen die mit dem Auge beobachteten Bänder in das Spektrum ein bzw. lassen sie im Spektrographen durch die photographische Platte fixieren. Es ist auch versucht worden, die qualitative Beobachtung schätzungsweise durch eine Kurve darzustellen, doch lassen sich zuverlässige Kurven natürlich nur durch quantitative Methoden erhalten. Die quantitativen Untersuchungen sind entweder photometrische oder thermoelektrische (Linearbolometer, lineare Thermosäule). Neben der Güte des Spektralphotometers bzw. der Empfindlichkeit von Thermosäule und Galvanometer hängt hier sehr viel von der Weite des Kollimatorspaltes, der Breite der Thermosäule und der Distanz der Meßpunkte ab.

Sehr erwünscht wäre auch eine einheitliche Darstellung der Resultate. Ich lasse eine Zusammenstellung der verschiedenen, für uns wichtigen Bezeichnungsweisen folgen, auf die ich mich später beziehen werde. Ist

J_0 = Intensität der auffallenden Strahlung.

J = Intensität der eintretenden Strahlung; darunter ist die, z. B. in das Blatt wirklich eintretende Strahlung verstanden, d. h. die auffallende vermindert um den Reflexionsverlust.

J_1 = Intensität der durchgelassenen Strahlung.

$\frac{J-J_1}{J}$ = Absorptionsvermögen, ist das Verhältnis der absorbierten zur eintretenden Strahlung. Gewöhnlich wird nun, was physikalisch unrichtig ist, an Stelle dieser Größe einfach $\frac{J_0-J_1}{J_0}$ gesetzt, indem man den Reflexionsverlust vernachlässigt. Da die absorbierte Strahlung auf keinen Fall größer sein kann als die eintretende, so ist das Maximum dieses Verhältnisses = 1. Der erhaltene Wert wird aber vielfach mit 100 multipliziert, d. h. in Prozenten angegeben; es stellt dann $\frac{J-J_1}{J} \cdot 100$ die absorbierte Strahlung dar, die eintretende = 100 gesetzt. So verfährt z. B. ENGELMANN (Bot. Ztg. 1884), der $\frac{J_0-J_1}{J_0} \cdot 100$ „Absorptionsgröße" nennt. $\frac{J_0-J_1}{J_0} \cdot 100$ ist die Gesamtschwächung durch Absorption und Reflexion, die auffallende Strahlung = 100 gesetzt. KAYSER schlägt vor, die vielfach benutzten Größen

$\frac{J_1}{J_0}$ = Durchlässigkeit und

$\frac{J_1}{J}$ = Durchlässigkeitsfaktor zu nennen. Auch hier kann das Maximum keine höheren Werte erreichen als 1; sie werden aber oft mit 100 multipliziert, d. h. in Prozenten ausgedrückt und stellen dann die durchgehende Strahlung dar, wenn die auffallende bzw. eintretende = 100 gesetzt wird. So verfährt z. B. TSWETT. (Diese Berichte 1907, p. 393.) Auch für $\frac{J_1}{J}$, das Verhältnis der austretenden zur eintretenden Lichtmenge sind noch verschiedene andere Bezeichnungen im Gebrauch wie „Durchlässigkeit", „Schwächungsfaktor", „Schwächungskoeffizient". Ferner wird meist, unter Vernachlässigung der Reflexion, statt der eintretenden Strahlung J, die leicht zu messende auffallende Strahlung J_0 gesetzt. Absorptionsvermögen und Durchlässigkeitsfaktor stehen zu einander in der Beziehung $\frac{J - J_1}{J} = 1 - \frac{J_1}{J}$.

Ganz verschiedenes wird unter „Absorptionskoeffizient" verstanden. Es gilt bekanntlich die Beziehung

$J_1 = Je^{-kd}$, wo d = Dicke der absorbierenden Schicht.

k wird bald „Absorptionskoeffizient", bald „Absorptionskonstante" genannt. Wieder andere nennen $e^{-k} = a$ „Absorptionskoeffizient", auch „Durchlassungskoeffizient", „Transmissionskoeffizient", „Schwächungskoeffizient" etc. Dazu kommt wieder die Verwechslung von J mit J_0; ferner wird d in verschiedenen Einheiten (cm, mm etc.) gemessen. KAYSER schlägt folgende Bezeichnungen vor:

$e^{-k} = a$ = Absorptionskoeffizient und

k = Absorptionskonstante.

Für $d = 1$ ist $a = \frac{J_1}{J}$, der Absorptionskoeffizient gibt also bei der Schichtdicke 1 das Verhältnis der austretenden zur eintretenden Strahlung an.

Bunsen und Roscoe nennen das Reziproke des Weges, auf dem die einfallende Intensität im Medium auf $\frac{1}{10}$ abnimmt, den „Extinktionskoeffizienten" α; dieses α ist definiert durch die Beziehung

$J_1 = J\,10^{-\alpha d}$. Spätere Autoren haben dieselbe Größe α „Absorptionskonstante" genannt. KAYSER schlägt die Bezeichnung vor

α = Bunsensche oder dekadische Absorptionskonstante. Zum Absorptionskoeffizienten a hat sie die Beziehung $a = 10^{-\alpha}$.

Bei verschiedener Schichtdicke oder Konzentration erfolgt die Reduktion nach dem Beerschen Gesetz $J = J_0 a^{dc}$, worin a den Absorptionskoeffizienten für die Konzentration 1, d die Schichtdicke und c die Konzentration bedeutet. Wächst die Konzentration in arithmetischer Reihe, so wächst somit die Absorption in geometrischer Reihe. Dagegen ist die Absorptionskonstante, auch die Bunsensche, in verschieden konzentrierten Lösungen desselben Stoffes der Konzentration proportional. Ferner wirkt Schichtdicke 1 mit doppelter Konzentration gleich wie Schichtdicke 2 mit einfacher Konzentration, wenn das Lösungsmittel als nicht absorbierend betrachtet werden kann.

Endlich sei noch bemerkt, daß die Formel $J_1 = Je^{-kd}$ nicht mehr gilt, wenn sich die Absorption nicht auf eine bestimmte Wellenlänge, sondern auf eine zusammengesetzte Strahlung bezieht. Es wird dann $J_1 = \Sigma Je^{-kd}$ wo J u. k für die verschiedenen λ verschieden sind. Es ist dann die Absorption innerhalb der ersten Schicht relativ groß, weil hier alle Strahlen mit großem k zurückgehalten werden.

Bei planparallelen, homogenen Medien mit einheitlichem Brechungsexponenten berechnet man den Reflexionsverlust nach der Fresnelschen Formel. Beim Blatt ist das nicht möglich; doch kann man sich durch Vergleich einer geeigneten grünen und symmetrisch gelegenen weißen Stelle desselben (panachierten) Blattes zu helfen suchen. Bei Lösungen wird in demselben Gefäß die Lösung mit dem Lösungsmittel verglichen.

Im Folgenden werde ich mich stets der Kayserschen Terminologie bedienen.

Methode.

Zur Ermittlung der Absorption gibt es drei Wege: einen qualitativen mit dem Spektroskop (Spektrographen) und zwei quantitative mit dem Spektralbolometer (Thermosäule) und dem Spektralphotometer. Jede dieser Methoden hat ihre Vor- und Nachteile. Die qualitative kann die große Empfindlichkeit des Auges (der photographischen Platte) ausnützen und mit einem reineren Spektrum arbeiten; sie vermag daher leicht auch solche Bänder zu erkennen, die erst eine fortgeschrittene Technik als lokale Stellen stärkerer Absorption sicher zu stellen vermochte. Messen läßt sich die Absorption natürlich nur mit einem quantitativen Verfahren. Das photometrische ist das leichtere; leider bleibt es auf das sichtbare Spektrum beschränkt, während für uns auch Ultrarot und Ultraviolett Interesse bieten. Die thermoelektrische Methode (Bolometer, Thermosäule) ist auf das Gesamtspektrum anwendbar, also am universellsten und zugleich auch am objektivsten. Der Güte des Prinzips stehen aber verschiedene technische Schwierigkeiten gegenüber, vor allem die Ausschaltung störender Nebenstrahlen und die Notwendigkeit bei schwacher Strahlung mit relativ weitem Kollimatorspalt und nicht zu schmaler Thermosäule zu arbeiten.

die Bunsensche, in verschieden konzentrierten Lösungen desselben Stoffes der Konzentration proportional. Ferner wirkt Schichtdicke 1 mit doppelter Konzentration gleich wie Schichtdicke 2 mit einfacher Konzentration, wenn das Lösungsmittel als nicht absorbierend betrachtet werden kann.

Endlich sei noch bemerkt, daß die Formel $J_1 = Je^{-kd}$ nicht mehr gilt, wenn sich die Absorption nicht auf eine bestimmte Wellenlänge, sondern auf eine zusammengesetzte Strahlung bezieht. Es wird dann $J_1 = \Sigma Je^{-kd}$ wo J u. k für die verschiedenen λ verschieden sind. Es ist dann die Absorption innerhalb der ersten Schicht relativ groß, weil hier alle Strahlen mit großem k zurückgehalten werden.

Bei planparallelen, homogenen Medien mit einheitlichem Brechungsexponenten berechnet man den Reflexionsverlust nach der FRESNELschen Formel. Beim Blatt ist das nicht möglich; doch kann man sich durch Vergleich einer geeigneten grünen und symmetrisch gelegenen weißen Stelle desselben (panachierten) Blattes zu helfen suchen. Bei Lösungen wird in demselben Gefäß die Lösung mit dem Lösungsmittel verglichen.

Im Folgenden werde ich mich stets der KAYSERschen Terminologie bedienen.

Methode.

Zur Ermittlung der Absorption gibt es drei Wege: einen qualitativen mit dem Spektroskop (Spektrographen) und zwei quantitative mit dem Spektralbolometer (Thermosäule) und dem Spektralphotometer. Jede dieser Methoden hat ihre Vor- und Nachteile. Die qualitative kann die große Empfindlichkeit des Auges (der photographischen Platte) ausnützen und mit einem reineren Spektrum arbeiten; sie vermag daher leicht auch solche Bänder zu erkennen, die erst eine fortgeschrittene Technik als lokale Stellen stärkerer Absorption sicher zu stellen vermochte. Messen läßt sich die Absorption natürlich nur mit einem quantitativen Verfahren. Das photometrische ist das leichtere; leider bleibt es auf das sichtbare Spektrum beschränkt, während für uns auch Ultrarot und Ultraviolett Interesse bieten. Die thermoelektrische Methode (Bolometer, Thermosäule) ist auf das Gesamtspektrum anwendbar, also am universellsten und zugleich auch am objektivsten. Der Güte des Prinzips stehen aber verschiedene technische Schwierigkeiten gegenüber, vor allem die Ausschaltung störender Nebenstrahlen und die Notwendigkeit bei schwacher Strahlung mit relativ weitem Kollimatorspalt und nicht zu schmaler Thermosäule zu arbeiten.

Wo aber, wie in unserem Falle, neben dem Sichtbaren auch das Ultrarot und Ultraviolett von Bedeutung ist, da läßt sich das thermoelektrische Verfahren nicht umgehen.

Für mich kam es darauf an, die Stärke der Assimilation mit der Stärke der Absorption vergleichen zu können; qualitative Untersuchungen reichten daher nicht aus. Da die Assimilation im grünen Blatt erfolgt und die Rolle der einzelnen Pigmente nicht genügend geklärt ist, war in erster Linie die Absorptionskurve des Farbstoffgemisches im lebenden Blatt von Interesse. Ich benützte panachierte Blätter, meist von *Phalaris arundinacea* var. *picta* und untersuchte sie im normalen, nicht injizierten Zustande, indem ich stets möglichst gleiche weiße und grüne Stellen verglich.

Die Apparatur bestand aus einem großen Spektrometer der Société Genevoise mit Glasprisma und Glasoptik; einer linearen Thermosäule von HILGER, die an Stelle des Okulars in geeigneter Weise am Fernrohr befestigt war; einem passenden Drehspulengalvanometer von SIEMENS; einer Nernstlampe, deren Bild mit achromatischer Linse auf den Kollimatorspalt geworfen wurde. Zur Speisung der Lampe diente eine Akkumulatorenbatterie, die während der Versuchszeit nicht anderweitig beansprucht war und somit einen völlig konstanten Strom lieferte. Die Klemmen der Lampe standen mit einem empfindlichen Voltmeter in Verbindung, dessen Konstanz mit einer Lupe unter Vermeidung jeder Parallaxe fortwährend kontrolliert wurde[1]). Obschon für die Wärmeisolation von Thermosäule, Galvanometer und Leitung gesorgt war, stellten sich vielfach lästige Störungen ein, die ich erst los wurde, als mir ein geeigneterer Raum zur Verfügung stand.

Es sollen nun der Reihe nach jene Stellen der Absorptionskurve besprochen werden, die für uns besonders wichtig sind.

Der Verlauf der Absorptionskurve in der Umgebung von Band I.

Die Kenntnis der Lage dieses Maximums ist wichtig für die Beurteilung der ENGELMANNschen Gleichung $E_{ass} = E_{abs}$. Die meisten Autoren fanden bei BC ein Assimilationsmaximum und an derselben Stelle auch ein Absorptionsmaximum. PFEFFER[2]) dagegen konstatierte eine bedeutende Verschiebung des Assimilationsmaximums gegen kürzere Wellen und DONATH gibt auch für unser Absorptionsmaximum eine zwar schwächere, aber in gleichem Sinne erfolgende Verschiebung an. Hat ENGELMANN Recht, so wird eine Verlagerung des Absorptionsmaximums auch eine solche des Assimilationsmaximums nach sich ziehen müssen und es ist daher für die späteren Assimilationsversuche nötig zu wissen, wo unser Absorptionsmaximum eigentlich liegt und ob es verschoben werden kann.

---

[1]) Für die gütige Überlassung der Apparate spreche ich Herrn Prof. Dr. P. JOYE auch an dieser Stelle meinen besten Dank aus.

[2]) PFEFFER, Bot. Ztg. 1872.

Ich lasse zunächst eine kleine Übersicht folgen über die Lage dieses Absorptionsmaximums in alkoholischen Extrakten grüner Blätter. Von den 4 zitierten Autoren haben 2 (ENGELMANN, REINKE) das Maximum optisch, die beiden anderen dagegen (DONATH mit Bolometer, VAN GULIK mit linearer Thermosäule) thermisch bestimmt. Das Maximum liegt:

Fraunhofer B = λ 687
nach REINKE[1]) zw. λ 676 und 663
nach VAN GULIK[2]) bei λ 673 bzw. 666
nach ENGELMANN[3]) zw. λ 665 und 660
Fraunhofer C = λ 656
nach DONATH[4]) bei λ 638
Fraunhofer D = λ 589

Auch die optischen Maxima anderer Autoren liegen zw. B u. C. DONATHs abweichender Befund wird noch auffälliger durch seine Bemerkung, es sei gerade auf das Chlorophyll besondere Mühe verwendet und gesucht worden, die Zahlen durch wiederholte Versuche möglichst sicher zu stellen. Beobachtungsfehler scheinen somit ausgeschlossen. Bei qualitativer Untersuchung sind unter Umständen Täuschungen wohl möglich (Kontrastwirkung, verschiedene Empfindlichkeit des Auges für verschiedene λ, Überreizung der Sehnerven an sehr hellen Stellen) aber gerade bei Band I wenig wahrscheinlich. Unverständlich wäre eine Differenz zwischen der photometrischen und der Wärmekurve; denn der Umstand, daß die Lichtstärke, wie sie das Auge empfindet, nicht allein durch die Energie der Strahlung bestimmt wird, fällt nicht in Betracht, da es sich beim Photometer um relative Messungen handelt. Tatsächlich zeigen auch die Versuche VAN GULIKs, daß man thermisch das Maximum an derselben Stelle finden kann wie optisch, dagegen befriedigt seine Deutung der DONATHschen Be-

---

1) REINKE, Photometrische Untersuchungen über die Absorption des Lichtes in den Assimilationsorganen. Bot. Ztg. 1886.

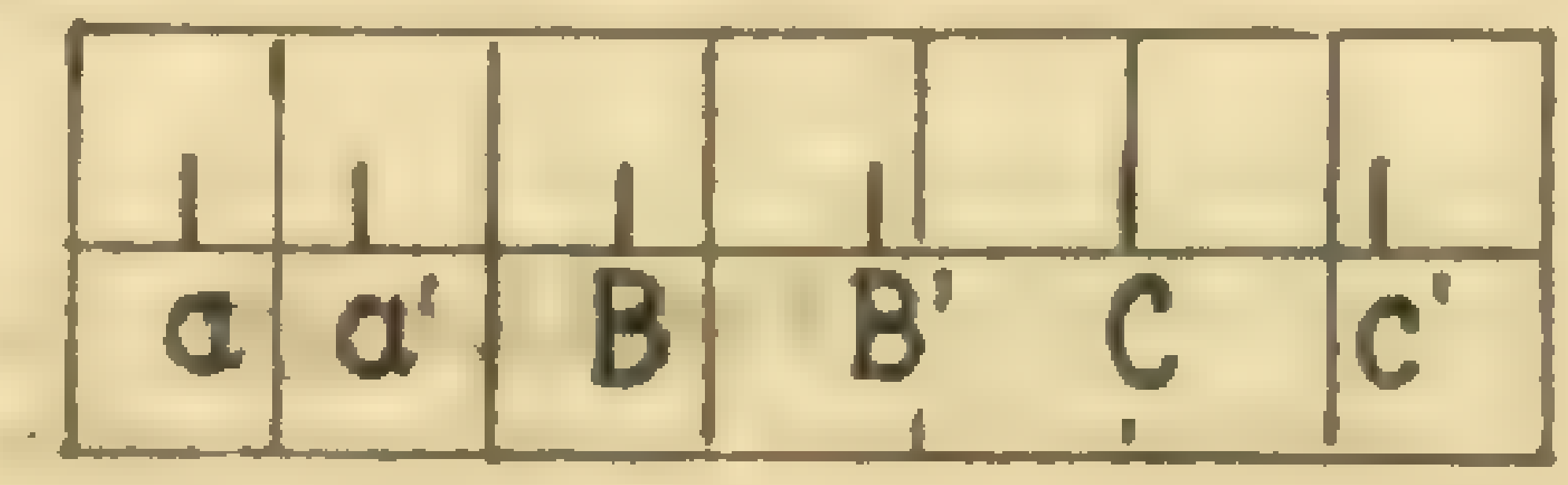
2) VAN GULIK, Über das Absorptionsspektrum des Chlorophylls. Wied. Ann. 4. Folge, 23, 1907, p. 277.

3) ENGELMANN, Die Farben bunter Laubblätter und ihre Bedeutung für die Zerlegung der Kohlensäure im Lichte. Bot. Ztg. 1887.

4) DONATH, Bolometrische Untersuchungen über Absorptionsspektra etc. Wied. Ann. N. F. 58, 1896, p. 609.

funde nicht. Er sieht den Fehler darin, daß DONATH zu wenig Kurvenpunkte bestimmte, d. h. von λ 675 auf λ 638 übersprang; wäre das richtig, so müßte DONATHs Kurve von λ 675 nach λ 638 fallen, während sie in Wirklichkeit steigt. Die Erklärung liegt anderswo und muß etwas eingehend erörtert werden, weil sie auch für die Assimilationsversuche im Spektrum Bedeutung hat.

Angenommen, es decke sich bei ganz engem Kollimatorspalt die rote Wasserstofflinie mit der Linie C (Fig. 1). Verbreitert sich durch Erweiterung des Spaltes das Spaltbild nach rechts bis C′, so reichen nun C-strahlen bis C′, B-strahlen bis B′ und a′-strahlen bis B. Angenommen, es werde bei engem Spalt durch eine vorgesetzte Lösung der ganze Bezirk BC völlig absorbiert, links und rechts davon aber alles durchgelassen. Bei der vorausgesetzten Erweiterung des Spaltes finden sich reine BC-strahlen nur noch im Bezirk B′C; hier allein haben wir noch volle Absorption. Bezirk BB′ ist heller als früher, denn in ihn gelangen a′B-strahlen, die nicht absorbiert werden. Bezirk CC′ ist dunkler als früher. denn in ihn gelangen B′C-strahlen, die absorbiert werden. Der Bezirk völliger Absorption ist also durch die Verbreiterung des Spaltbildes nach rechts, einmal schmaler geworden und ferner ist seine Mitte nach rechts verschoben worden; das ganze Absorptionsband hat eine Verbreiterung erfahren, verbunden mit einer starken Verwaschung der Ränder. Die genannten Veränderungen nehmen, wie leicht ersichtlich, mit wachsender Spaltbreite zu. Bei unserem Absorptionsband I liegen die Verhältnisse etwas komplizierter als in dem gewählten Beispiel; durch Konstruktion der Absorptionskurve läßt sich jedoch zeigen, daß auch hier eine Verbreiterung des Spaltbildes nach rechts eine Verschiebung des Maximums nach rechts zur Folge haben muß. Schon dadurch lassen sich die DONATHschen Befunde erklären; es gibt aber noch einige weitere Momente, die eine scheinbare Verschiebung bedingen können. Sei wieder C die Lage der roten Wasserstofflinie bei engem Spalt,



Figur 1.

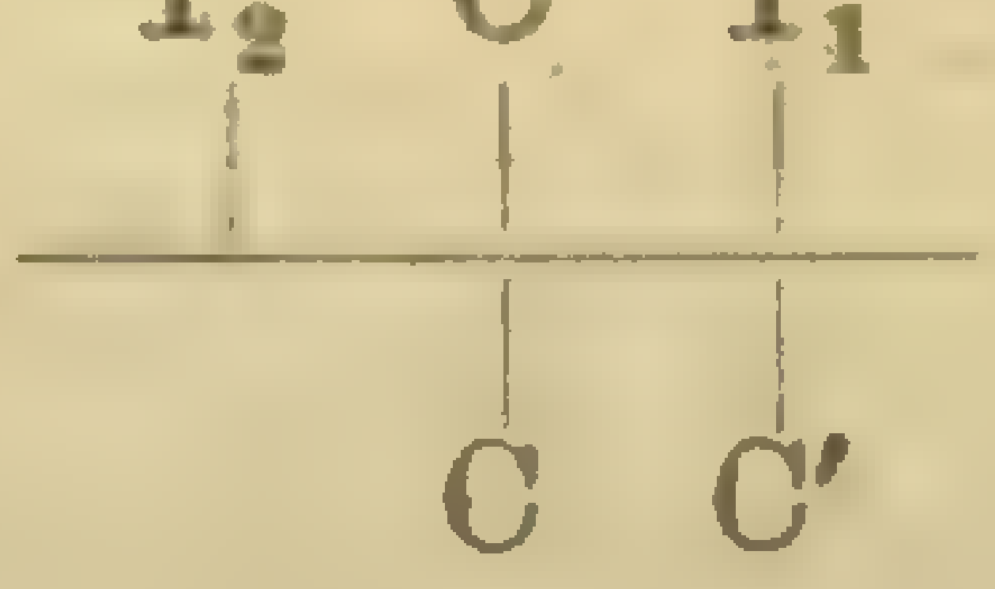


Fig. 2.

CC' das Bild des erweiterten Spaltes; CT sei die Breite von Thermosäule oder Bolometer. Je nachdem wir der Thermosäule die Lage CT_1, CT_2 oder eine Mittelstellung geben, bekommen wir für die Absorption bei λ 656 verschiedene Werte. Mit der Breite der Lötstellen wächst auch dieser Fehler. Zu beachten ist ferner, daß die Ränder der Lötstellen nicht genau in einer Geraden liegen, und daß das Prisma eine Krümmung der Spektrallinien bedingt. Um sich von der Bedeutung der genannten Fehlerquellen ein klares Bild zu machen, zeichnet man am besten Treppenkurven, deren Stufenlänge und -lage in obigem Sinne einzutragen ist.

Die Richtigkeit dieser Überlegung zeigt das Experiment. Bei engem Spalt lag das Maximum bei Lösungen und Blättern stets zwischen B u. C, wo es auch VAN GULIK angibt. Bei weitem Spalt war das Maximum verschoben und zwar gegen D, wenn auch das Spaltbild in gleichem Sinne verbreitert worden war; die Kurven sahen dann ähnlich aus wie bei DONATH und das Maximum wurde bei ausreichender Spaltweite an derselben Stelle gefunden. Da die in der Literatur vorliegenden photometrischen Kurven und Tabellen das Maximum übereinstimmend zwischen B u. C notieren, so war es wünschenswert auch auf diesem gewöhnlich verwendeten optischen Wege die Deplazierung des Maximums zu zeigen. Herrn Dr. VON HAUER verdanke ich Messungen an einem alkoholischen Blattextrakt mit einem HÜFNERschen Spektralphotometer. Er fand das Maximum mit engem Spalt bei λ 661, mit weitem Spalt (Bild wie oben einseitig gegen D erweitert) bei λ 637. Damit sind die DONATHschen Befunde nicht nur ausreichend erklärt, sondern es ist auch gezeigt, zu welchen Täuschungen bei Absorptions- und Assimilationsversuchen das Arbeiten in einem unreinen Spektrum führen kann.

Die Absorption im Grün.

KNIEP[1]) schreibt: „In Übereinstimmung mit Chlorophyll a läßt Chlorophyll b im Ultrarot jenseits der Linie B und im Grün zwischen λ 510 u. 520 μμ auch bei einer Schichtdicke der Lösung von 160 mm das Licht restlos passieren." Darauf würde die Angabe JOSTs[2]) passen: „grünem Licht kommt so gut wie keine assimilatorische Wirkung zu". Vermutlich ließ sich KNIEP durch die WILLSTÄTTERsche[3]) Zeichnung des Absorptionsspektrums täuschen, die tatsächlich auch bei 160 mm dicker Schicht zw. 510 u. 520 kein Absorptionsband erkennen läßt. Hieraus darf man jedoch nicht auf das Fehlen von Absorption schließen. Überhaupt kann man mit dem Spektroskop allein die Größe der Absorption nicht messen, sondern nur in Verbindung mit Photometer, Bolometer oder Thermosäule. Nun zeigen aber alle photometrischen Absorptionskurven, die ich in der Literatur durchgesehen habe, sowohl bei Blättern als bei Lösungen deutliche Absorption an allen Stellen des Grün. Speziell für die Chlorophylle liegen Untersuchungen vor von TSWETT (l. c.) und IWANOWSKI[1]. IWANOWSKI hat durch das ganze Grün gemessen und eine Kurve der Bunsenschen Absorptionskonstanten gegeben. TSWETTs Messungen gehen nur bis zum Bezirk λ 500—510, wo die Durchlässigkeit $\frac{J_1}{J_0}$ in Prozenten = 74,2 gefunden wurde (1,9 für λ 660—670). Sind auch die Maxima IWANOWSKIs etwas höher als der erwähnte TSWETTsche Wert, so ist doch von einem restlosen Passieren an irgend einer Stelle des Grün nichts zu erkennen. Dasselbe gilt für die Kurve von BRDLIK[2]. Mit der Absorption an allen Stellen des Grün decken sich auch zahlreiche Befunde über Assimilation im Grün[3].

---

[1]) KNIEP, Artikel Photosynthese in Handwörterb. d. Naturw. Bd. VII, p. 801.

[2]) JOST, Vorlesungen, 3. Aufl., p. 166.

[3]) WILLSTÄTTER, STOLL u. UTZINGER, Absorptionsspektra der Komponenten und ersten Derivate des Chlorophylls. Ann. d. Chem. 385, (1911), p. 156.

Trotzdem war eine erneute Prüfung erwünscht, weil die Sicherstellung dieser Verhältnisse über die Pflanzenphysiologie hinaus von Interesse ist. Denn sollte irgendwo im Grün wirklich keine Absorption stattfinden, wohl aber Assimilation erfolgen, so würde das ja gegen ein Grundgesetz der Photochemie verstoßen, den DRAPERschen Satz, nach welchem nur Strahlen, die absorbiert werden, chemische Wirkung haben können. Von besonderem Interesse war für mich das Verhalten des Farbstoffes im lebenden Blatt. Herr Dr. V. HAUER führte die photometrische Prüfung mit einem KÖNIGschen Spektralphotometer durch. Es wurden an einem lebenden, panachierten, nicht injizierten *Tradescantia*blatt, das durch den Mittelnerv in eine grüne und weiße Hälfte geteilt war, 2 symmetrisch gelegene, möglichst gleiche, grüne und weiße Bezirke mit einander verglichen.

---

[1] IWANOWSKI, Ein Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls. Diese Berichte 1914, p. 438.

[2] BRDLIK, Contrôle quantitatif des travaux sur la chlorophylle. C. R. 147, 1908, p. 990. Leider fehlen Tabellen und bei den Werten für den „Extinktionskoeffizienten“, die der Kurve beigedruckt sind, muß ein Irrtum unterlaufen sein.

[3] z. B. ENGELMANN, Bot. Ztg. 1883, 1884; REINKE, Bot. Ztg. 1884; URSPRUNG, diese Berichte 1917.

Die Zahlenwerte bedeuten $\frac{J-J_1}{J}\cdot 100$, wo

J = Intensität des Lichtes, das die weiße Stelle passiert hat.
J_1 = „ „ „ „ „ grüne „ „ „. Da die weiße Blatthälfte reichlich Chromatophoren führt, können wir mit der Genauigkeit, die an lebenden Blättern überhaupt erreichbar ist, die Absorption auf Kosten des Farbstoffes setzen. Die zw. 580 u. 480 $\mu\mu$ in Intervallen von 10 $\mu\mu$ ausgeführten Messungen ergaben das Minimum bei λ 540 $\mu\mu$; es war hier $\frac{J-J_1}{J}\cdot 100 = 45$. Bei 670 $\mu\mu$ war $\frac{J-J_1}{J}\cdot 100 = 74$. — Herr Dr. V. HAUER prüfte auch verd. alkoh. Extrakt in 1 cm dicker Schicht mit dem HÜFNERschen Spektralphotometer und fand zw. λ 510 u. 517 $\mu\mu$ $\frac{J-J_1}{J}\cdot 100 = 40$ u. bei λ 661 war $\frac{J-J_1}{J}\cdot 100 = 89$, wo

J = Intensität des Lichtes, nach Passieren des Gefäßes mit Alkohol
J_1 = „ „ „ „ „ desselben Gefäßes mit alkoh. Blattextrakt.

Auch meine thermischen Absorptionskurven zeigen für alkohol. Extrakt und für den Farbstoff lebender grüner Blätter durch das ganze Grün Absorption. Es ist also sicher, daß sowohl der grüne Farbstoff lebender Blätter, wie auch alkohol. Extrakte an allen Stellen des Grün Licht absorbieren; für Chlorophyll a und b ein anderes Verhalten anzunehmen liegen keine Anhaltspunkte (TSWETT u. IWANOWSKI) vor. Die Größe der Absorption hängt natürlich in Lösungen von Konzentration und Schichtdicke, in Blättern von den entsprechenden Faktoren ab.

Die Absorption gegen das violette Ende und im Ultraviolett.

Alle Autoren, welche Blätter oder mehr weniger gereinigte Extrakte bis in die Nähe des violetten Endes spektralphotometrisch prüften, fanden eine stete Zunahme der Absorption, die im Violett höhere Werte erreichte als bei BC. (ENGELMANN, REINKE, TSWETT, IWANOWSKI[1]). Meine thermoelektrischen Messungen — die ersten dieser Art, da DONATH und VAN GULIK bei längeren Wellen stehen blieben — ergaben dasselbe. Jenseits des sichtbaren Bezirkes versagt das Spektralphotometer. Ich hatte nicht die Absicht das Ultraviolett zu untersuchen, da meine Lichtquelle zu arm an diesen Strahlen war und verwendete daher auch keine Quarzoptik. Immerhin maß ich — allerdings unter Verbreiterung des Spaltes — so weit wie möglich (bis ca. 380 $\mu\mu$) und konnte überall deutliche Absorption finden. Weiter gelangte DHÉRÉ[1]) mit der nicht messenden spektrographischen Methode; er gibt an, daß Chlorophyll α in ausreichender Konzentration das ganze Ultraviolett absorbiert. Ich selbst[2]) konnte indirekt — durch Nachweis der Assimilation — eine Absorption bis λ 330 feststellen. Meine Untersuchungen beschränken sich auf lebende Blätter und Rohchlorophyll, sagen also über das Verhalten der rein grünen Pigmente (vgl. IWANOWSKI) nichts aus.

---

[1] IWANOWSKI, Ein Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls. Diese Berichte 1914, p. 433.

Die Absorption im äußersten Rot und im Ultrarot.

Alle Kurven, sowohl die optischen wie die thermischen, meine eigenen eingeschlossen, fallen vom Maximum bei BC gegen das rote Ende rapid ab. Im Ultrarot, wo nur noch die thermoelektrische Methode verwendbar ist, wurde bei den bisherigen Untersuchungen je nach der Wellenlänge bald schwache, bald fehlende Absorption gefunden. Die Prüfung erstreckte sich bei NICHOLS[3]) bis 1410 $\mu\mu$, bei DONATH bis 1886 $\mu\mu$, bei VAN GULIK[4]), dessen neue Arbeit mir erst nach Abschluß meiner Versuche zu Gesicht kam, bis 3538. DONATH gibt für einen alkohol. Extrakt das Absorptionsvermögen in Prozenten an und findet im Ultrarot Werte zwischen 0 u. 8, als Vergleich sei noch der maximale dem deplazierten Bd. I entsprechende Wert erwähnt, er beträgt 79. VAN GULIK untersuchte WILLSTÄTTERsche Präparate von Chlorophyll a und b in Schwefelkohlenstoff gelöst und gibt die BUNSENsche Absorptionskonstante an. Er findet bei der a-Komponente Absorption bis ca. 1 μ, mit einem schwachen sekundären Band zwischen 0,8 und 0,9 μ, während die Absorption der b-Komponente schon im ersten Ultrarot verschwindet. Von 1 bis 3,2 μ fehlt Absorption, dann zeigen beide Komponenten ein schwaches Doppelband mit Maxima bei 3,4 und 3,5 μ. Folgende Werte geben eine Vorstellung von der Stärke der Absorption. Für die a-Komponente, Konz. $^1/_4$ $^0/_{00}$ ist die BUNSENsche Absorptionskonstante bei λ 664

---

1) DHÉRÉ et de ROGOWSKI, Sur l'absorption des rayons ultraviolets par les chlorophylles α et β. C. R. **155** (1912), p. 653.

2) URSPRUNG, Über Stärkebildung im Spektrum. Diese Berichte 1917, p. 44.

3) NICHOLS, Study of transmission spectra. Phys. Review. 1894. Vol. 1. p. 12.

4) VAN GULIK, Über das Absorptionsspektrum des Chlorophylls II. Ann. d. Phys. (4), **46**, 1915, p. 147.

(Bd. I, CS_2-lösung) = 2,48, bei λ 773 = 0,234, bei λ 1004 = 0,078; für Konz. $1^0/_{00}$ bei λ 3396 = 0,736. Reduzieren wir den letzten Wert unter Annahme der Gültigkeit des BEERschen Gesetzes auf $^1/_4$ $^0/_{00}$, so wird er zu 0,184. Berechnen wir, um einen Vergleich mit DONATH zu ermöglichen, das Absorptionsvermögen in Prozenten, so ergibt sich für λ 646 = 94, für λ 773 = 24, für λ 1004 = 9. Damit sind für Lösungen im Ultrarot Absorptionswerte konstatiert, die für die Beurteilung der ENGELMANNschen Gleichung nicht mehr gleichgültig sein können.

Gerade im Hinblick auf die Assimilation ist aber auch eine Prüfung des Farbstoffes im lebenden Blatt geboten. Ich führte sie absichtlich ohne spektrale Zerlegung aus. Die Strahlung der Nernstlampe wurde filtriert durch eine konzentrierte Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff in 6 cm dicker Schicht. Unter den im Experiment realisierten Bedingungen vermochte das ausgeruhte Auge hinter dem Filter keine Spur des glühenden Nernstkörpers zu erkennen. Wir können somit die Absorption der sichtbaren Strahlen als vollständig betrachten. Bei der Armut unseres Brenners an Ultraviolett ist eine Störung durch dieses nicht zu befürchten (KAYSER, III, p. 329). Die Energie wurde mit einer linearen Thermosäule gemessen und die Konstanz des Nernstbrenners fortwährend kontrolliert. Ein panachiertes Blatt von *Acer Negundo* wurde frei — ohne Glasbedeckung — ausgespannt und symmetrisch zum Mittelnerv gelegene grüne und weiße Stellen untersucht. Zum Vergleich wurde auch ein verd. alkohol. Extrakt in 1 cm dicker Schicht in parallelwandiger Glasküvette herbeigezogen. Es ergab sich das Absorptionsvermögen $\frac{J-J_1}{J} \cdot 100$ für den Farbstoff in Lösung zu 7,5 für den Farbstoff im lebenden Blatt zu 17[1]). Dieser Durchschnittswert 17 für das vom Jodfilter durchgelassene Ultrarot der Nernstlampe ist ausnahmsweise hoch und dürfte, da sich die Untersuchungen nur auf ein einziges Blatt bezogen, nicht zu generalisieren sein. Tatsächlich erhielt ich auch mit andern Blättern derselben Spezies — allerdings auch mit anderer Methodik[2]) — nur ca. 10. Zusammenfassend ergibt sich

---

1) J = Intensität der Strahlung nach Passieren der Küvette mit Alkohol bzw. der weißen Blattpartie.
J_1 = „ „ „ „ „ derselben Küvette mit alk. Blattextrakt bzw. der grünen Blattpartie.

2) Gemessen wurde die Absorption der Gesamtstrahlung und der sichtbaren Strahlung; letztere wurde zu 6 pCt. der Gesamtstrahlung gesetzt. Durch die benutzte 22 cm dicke Wasserschicht in parallelwandiger Glasküvette war eine völlige Absorption des Ultrarot jedoch wohl kaum erreicht.

für den grünen Farbstoff eine Absorption für Ultrarot, die bei Assimilationsversuchen Berücksichtigung verdient.

Entsprechen allen Absorptionsbändern lokale Maxima der Absorption?

Diese Frage wurde von REINKE[1]) für Band III ev. auch für II u. IV verneint. Die Sicherstellung dieses Punktes ist deshalb wichtig, weil eine lokale Steigerung der Assimilation nur bei solchen Bändern zu erwarten ist, die wirklich lokale Maxima darstellen und nicht etwa nur durch Kontrastwirkung unserem Auge solche Maxima vortäuschen. Wo eine quantitative Methode an Stelle des Bandes ein lokales Maximum zeigt, ist jeder Zweifel behoben; läßt aber — wie bei REINKEs Versuchen — das Photometer gewisse Bänder nicht erkennen, so sind 2 Möglichkeiten vorhanden: Entweder fehlt das Maximum wirklich, oder es ist so schwach, bzw. das Instrument so wenig empfindlich, daß es der Messung entgeht und nur dem viel empfindlicheren Auge noch als Schatten bemerkbar wird. Nun hat bereits ENGELMANN[2]) mit seinem Photometer Bd. II u. III gefunden und in den neueren Kurven von BRDLIK[3]) tritt außer Bd. II u. III auch Bd. IV deutlich hervor.

Eine Zeichnung der Absorptionskurve des Farbstoffgemisches im lebenden grünen Blatte mußte in der folgenden Abhandlung gegeben werden; sie wurde daher hier, um Raum zu sparen, weggelassen.

---

[1]) REINKE, Photometr. Untersuchungen über die Absorption des Lichtes in den Assimilationsorganen. Bot. Ztg. 1886.

[2]) ENGELMANN, Die Farben bunter Laubblätter etc. Bot. Ztg. 1887.

[3]) BRDLIK, Contrôle quantitatif des travaux sur la chlorophylle. C. R. 147. (1908), p. 990.

9. A. Ursprung: Ueber die Bedeutung der Wellenlänge für die Stärkebildung.

(Mit 4 Abb. im Text und Tafel I.)

(Eingegangen am 15. Februar 1918.)

Wenn man die Bedeutung der Wellenlänge für die Assimilation feststellen will, muß man sich Licht verschiedener Wellenlänge aber gleicher Energie verschaffen. Verschiedene Wellenlängen erhält man durch Filter oder durch spektrale Zerlegung; die Prüfung auf gleiche Energie erfolgt auf thermoelektrischem Wege.

Die ersten Versuche stellten KNIEP und MINDER[1]) an, unter Verwendung von Filtern und der Sonne als Lichtquelle; zur Messung der Assimilation diente die Blasenzählmethode (*Elodea*). Es wird angegeben, daß in etwa gleich starkem rotem und blauem Licht auch die Assimilation ungefähr gleich war, während selbst in viel intensiverem Grün fast keine Assimilation erfolgte. Zu diesen Resultaten ist zweierlei zu bemerken. Filter lassen meistens größere Bezirke durch (durch obiges Rotfilter z. B. passierte vom sichtbaren Spektrum λ 760—620 bzw. 608); sie sind daher brauchbar, so lange es nur darauf ankommt „Rot", „Grün" etc. zu trennen[2]); sie lassen sich dagegen nicht mehr benützen, wenn man die Analyse weiter treiben und enge, scharf begrenzte und willkürlich zu wählende Spektralbezirke prüfen will. Ein zweiter Nachteil der Filter ist der, daß ihre Durchlässigkeit für unsere Zwecke meist ungenügend bekannt ist. Als Beispiel sei das NAGELsche Grünfilter herausgegriffen, das KNIEP und MINDER benützten. Von diesem Filter erfahren wir, daß es vom sichtbaren Bezirk nur λ 512—524 passieren läßt, über die Durchlässigkeit für Ultrarot und Ultraviolett erfahren wir dagegen nichts. Aber gerade das Verhalten gegen Ultrarot ist für uns von der größten Wichtigkeit, da das Ultrarot nach älteren Angaben ca. 60 pCt., nach neueren sogar bis 80 pCt. der gesamten Sonnenstrahlung ausmacht. Ist

---

1) KNIEP und MINDER, Über den Einfluß verschiedenfarbigen Lichtes auf die Kohlensäureassimilation. Zeitschr. f. Bot. 1 (1909), p. 619.

2) Doch darf dabei die Absorption des Chlorophylls nicht unberücksichtigt bleiben.

das Grünfilter für Ultrarot nicht impermeabel, so kann die Thermosäule eine starke Strahlung anzeigen, obschon nur wenig Grün passiert. Wenn also KNIEP hinter dem blauen, roten und grünen Filter mit der Thermosäule gleiche Intensitäten fand, so beweist das allein noch nicht, daß die passierenden blauen, roten und grünen Strahlen gleich intensiv waren; es muß zugleich auch überzeugend nachgewiesen werden, daß keine Täuschung durch unsichtbare Strahlen möglich war. In diesem ausschlaggebenden Punkte ist die KNIEPsche Arbeit leider unklar. Es heißt wohl p. 634: „Die Wärmestrahlen wurden in unseren Versuchen . . . . durch Vorschalten von mit destilliertem Wasser gefüllten parallelwandigen Küvetten ausgeschlossen. Gibt man zu dem Wasser geringe Spuren von $K_2Cr_2O_7$ und $CuSO_4$, so hat man eine Lösung, die nur den sichtbaren Teil des Spektrums durchläßt, also Ultrarot und Ultraviolett praktisch ausschließt.“ Diese Angabe genügt aber aus folgenden Gründen nicht. Wasser absorbiert nur dann alles Ultrarot, wenn es in ausreichend dicker Schicht vorhanden ist; die nötige Schichtdicke ist aber größer als vielfach angenommen wird. Aus den Energiekurven von ABNEY u. FESTING[1]) folgt, daß selbst eine 2 Fuß dicke Wasserschicht nicht alles Ultrarot einer Bogenlampe absorbiert. Angaben über die Schichtdicke fand ich bei KNIEP und MINDER einzig für das Grünfilter. Dasselbe bestand entweder nur aus der NAGELschen Lösung in 1 cm dicker Schicht oder in Verbindung mit einer 5,5 cm dicken Wasserschicht. Die 5,5 cm dicke Wasserschicht allein läßt aber ganz bedeutende Mengen Ultrarot durch (vgl. die Kurven von ABNEY und FESTING und von ASCHKINASS Wied. Ann. 55, p. 401, 1895) und die 1 cm dicke Lösung wurde auf ihre Durchlässigkeit für Ultrarot nicht geprüft. — Die Kaliumbichromatlösung können wir übergehen, da ihre Absorption das kurzwellige Ende betrifft, das uns wegen seiner geringeren Energie weniger interessiert. Was die Kupfersulfatlösung betrifft, so ist mir wohl bekannt, daß sie zur Absorption von Ultrarot benützt wird, aber weder bei KNIEP noch in der physikalischen Literatur konnte ich Zahlen oder Kurven finden, welche die KNIEPsche Versuchsanordnung rechtfertigen. So weit ich sehe, gehen die Angaben der physikalischen Lehr- und Hand-

---

1) ABNEY and FESTING, The influence of water in the Atmosphere on the solar spectrum. Proc. Roy. Soc. London, 35 (1883), p. 328. VOEGE (zit. nach SCHAUM, Photochemie, p. 147) warnt davor, aus der genügenden Absorption für ultrarote Strahlen bestimmter Wellenlänge, z. B. für die der nicht leuchtenden Bunsenflamme, auf völlige Absorption des gesamten Ultrarot zu schließen.

bücher auf Untersuchungen von FRANZ[1]) zurück. FRANZ fand aber verdünnte $CuSO_4$-lösungen (um die es sich bei KNIEP ja handelt) durchlässig für Ultrarot. Dasselbe Resultat erhielt HOUSTOUN[2]) in einer nach KNIEPs Publikation erschienenen Arbeit.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß Filter für unsere Zwecke nur dann verwendet werden dürfen, wenn sie für die zu benutzende Strahlungsquelle genau auf ihre Durchlässigkeit geprüft sind und zwar nicht nur im sichtbaren Bezirk, sondern auch im Ultraviolett und besonders im Ultrarot.

Nur durch eine Beimischung von unbemerkten störenden Strahlen ist mir verständlich, daß KNIEP die Assimilation im Rot = 36, im viel intensiveren Grün aber fast Null finden konnte (l. c. p. 641), während bei ENGELMANN und mir im Grün gleicher oder fast gleicher Wellenlänge auch dann deutlich assimiliert wurde, wenn es wesentlich schwächer war als das Rot (Prismenspektrum).

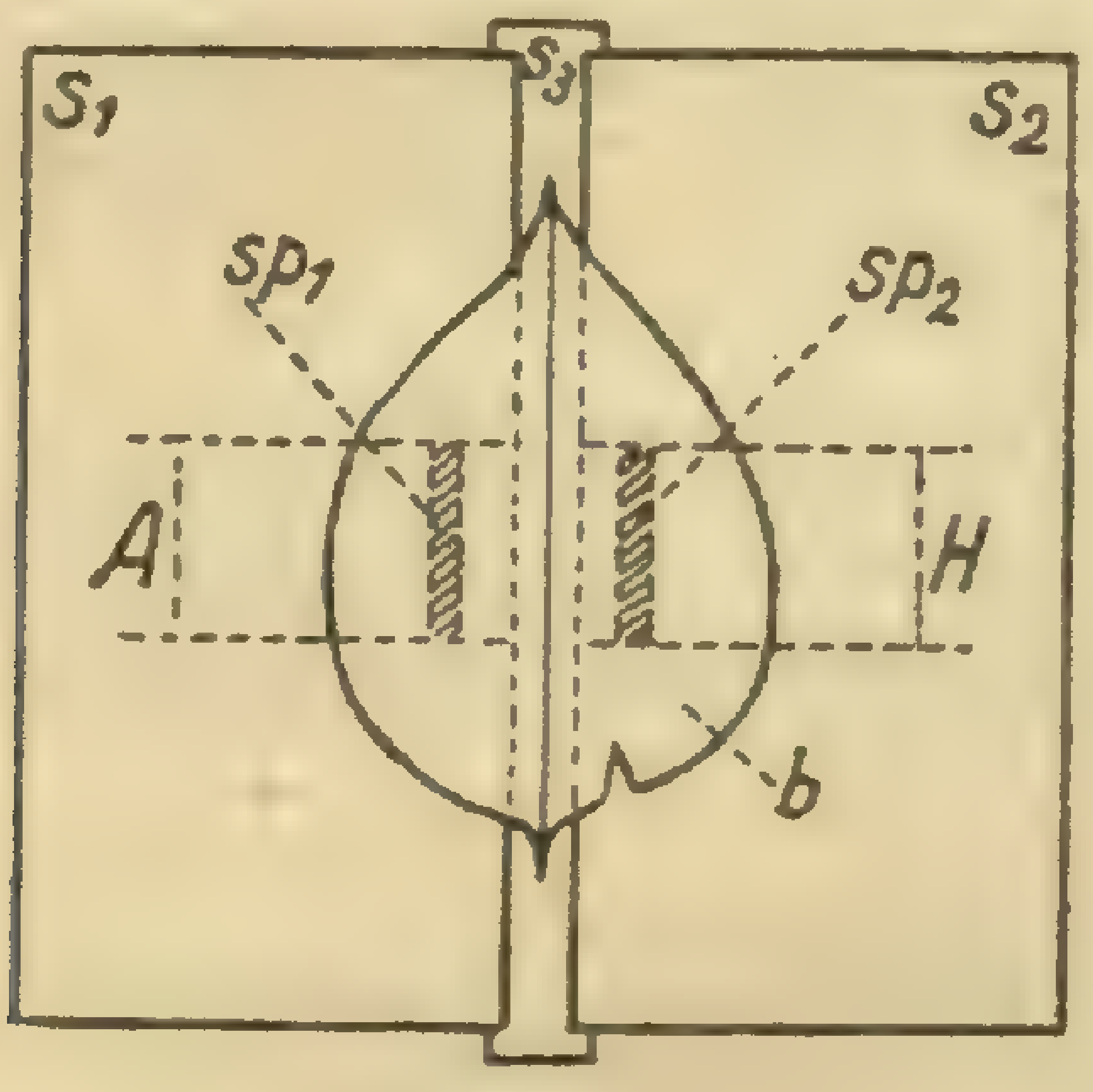


Abb. 1.

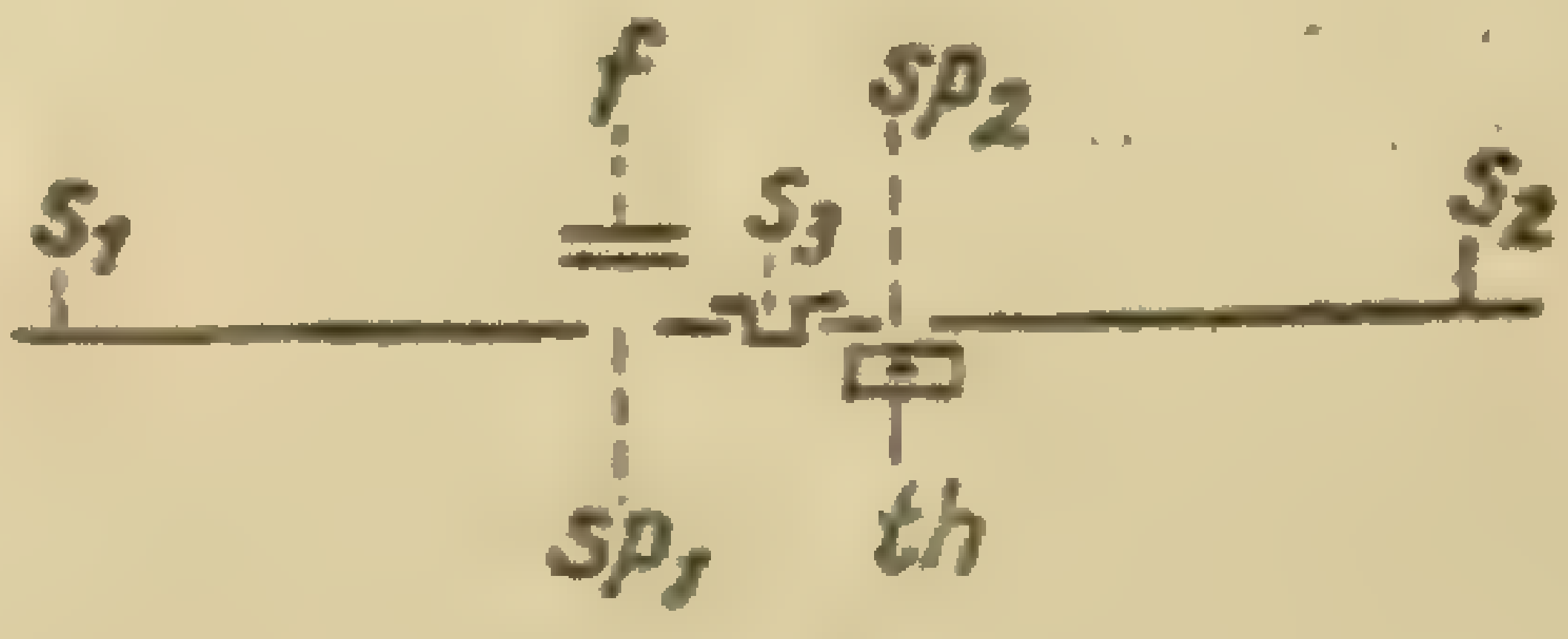


Abb. 2.

REINKE, der gleich KNIEP mit *Elodea* experimentierte, stellte mit dem Spektrophor im Grün nur ca. 4mal schwächere Blasenbildung fest als bei BC.

Methode.

Ich benutzte spektral zerlegtes Licht. Nach Vorversuchen mit einem Monochromator von ZEISS, die ich übergehe, wurde folgende Anordnung beibehalten. In einem lichtstarken Spektralapparat mit 1 Glasprisma entfernte ich das Okular und brachte in der Bildebene des Spektrums AH (punktiert, Abb. 1) 2 Blechschirme s_1 und s_2 mit je einer Spalte sp_1 und sp_2 an (Abb. 1 und Abb. 2). Beide Spalten sind genau gleich und die Blechschirme

---

1) Auch ZSIGMONDY (Wied. Ann. **49**, p. 531, 1893) beruft sich auf FRANZ (Pogg. Ann. **94**, p. 337, 1855 u **101**, p. 46, 1857). GRÜNBAUM (Ann. d. Phys. (4), **12** p. 1004, 1903) mißt nur im Sichtbaren, ebenso MÜLLER (Ann. d. Phys. (4), **12**, 1903 u. (4) **21**, 1906)

2) HOUSTOUN, Absorption of light by inorganic salts. Proc. Roy. Soc. Edinburgh **32**, 1911—1912, p. 40.

an einer Millimeterskala (mit Nonius) mit Mikrometerschrauben verschiebbar. Einen ev. Zwischenraum zwischen den beiden Schirmen verschließt der Blechstreifen s_3. (In verschiedenen Versuchsserien wurden verschieden breite Spaltenpaare benützt: 0,50 mm, 0,52 mm und 1,0 mm). Auf diese Weise war es möglich aus 2 beliebigen Stellen des Spektrums genau gleich breite Bezirke herauszugreifen. Zur Orientierung im Spektrum dienten die Linien von H, He, K, Tl etc.; eine hinter den Spalten sp_1 und sp_2 angebrachte Lupe erlaubte genaue Einstellung. Für die Wahl der Lichtquelle war der Umstand maßgebend, daß genügend Violett vorhanden sein mußte. Da die Sonne zu variabel ist, griff ich zum Krater einer starken Gleichstrombogenlampe, den ich mit einer Sammellinse auf den Kollimatorspalt projizierte. Die Lampe wurde möglichst konstant auf 17 Amp. gehalten (Akkumulatorenbatterie, Regulierwiderstand). Ampèrezahl und Kohlendistanz während der ganzen Versuchsdauer genau überwacht. Trotzdem waren kleine Schwankungen unvermeidlich. Um sie unschädlich zu machen wurden bei jedem Versuch gleichzeitig 2 Bezirke sp_1 und sp_2 verglichen; ev. Schwankungen teilten sich dann beiden Bezirken in gleicher Weise mit[1]). Zur Messung der Energie der beiden Bezirke benützte ich eine lineare Vakuum-Thermosäule th (Abb. 2) in Verbindung mit einem empfindlichen Drehspulengalvanometer von SIEMENS[2]). Die Säule konnte auf optischer Bank von einem Bezirk zum anderen verschoben und die Einstellung rasch und genau besorgt werden. Instrumente und Leitung waren in üblicher Weise gut gegen Wärme isoliert. Den energiereicheren Bezirk schwächte ich durch Vorschieben gefärbter Glas- und Gelatinestreifen f (Fig. 2), von denen eine größere Kollektion zur Verfügung stand, so lange ab, bis er gleiche Energie zeigte wie der andere Bezirk.

Soll z. B. die Assimilation bei den FRAUNHOFERschen Linien C u. h verglichen werden, so bringt man vor den sehr engen Kollimatorspalt ein Wasserstoffrohr und stellt die beiden Schirme so ein, daß die C-linie in die Mitte von sp_1, die h-linie in die Mitte von sp_2 kommt. Nun folgt die Energiemessung. Das Wasserstoffrohr wird entfernt, die Bogenlampe in Gang gesetzt und die Thermosäule auf den energieärmeren Bezirk h eingestellt. Vor dem Kollimatorspalt wird ein Doppelschirm herabgelassen, der vom

---

[1]) Da die Schwankungen gering waren, dürfen wir das Verhältnis der Energie in den beiden Bezirken als konstant betrachten. Zudem dauerten die Schwankungen nur kurze Zeit an.

[2]) Für die freundliche Überlassung mehrerer Apparate spreche ich Herrn Prof. Dr. P. JOYE auch an dieser Stelle meinen besten Dank aus.

Beobachter am Skalenfernrohr des Galvanometers durch eine Transmission leicht dirigiert werden kann. Der Kollimatorspalt muß nun etwas erweitert werden, kann aber dank der starken Lichtquelle stets so eng (< 1 mm) bleiben, daß jene Fehler vermieden werden, die bei unreinem Spektrum sich einstellen[1]). Ist die Energie bei h durch eine größere Zahl von Messungen genau bekannt, so wird auf C eingestellt und — durch Ausprobieren der Filter — die Energie derjenigen bei h gleich zu machen gesucht, was stets bis auf wenige Prozent gelang. Durch wiederholten Vergleich der beiden Bezirke kontrolliert man die Richtigkeit der Abgleichung und prüft endlich mit dem Wasserstoffrohr die Einstellung nochmals nach.

Versuchspflanze ist *Phaseolus vulgaris* (Topfexemplare). Ein entstärktes, an der Pflanze befindliches Blatt wird so hinter den Schirmen befestigt (Plastolin), daß die Oberseite gegen das Licht gekehrt ist und die beiden Lichtstreifen die Blatthälften symmetrisch treffen b (Abb. 1). Die Exposition muß so lange dauern, bis genügend Stärke gebildet ist (2—7 Stunden). Liegt ein Bezirk im energiearmen Violett, so ist natürlich auch bei gleicher Weite des Kollimatorspaltes mehr Zeit erforderlich, als wenn beide Bezirke langwellig sind. Nach erfolgter Jodprobe wird die Schwärzung der beiden Bezirke an Hand einer Schwärzungsskala verglichen. Um Verwechslungen zu vermeiden machte ich den kurzwelligen Bezirk stets durch einen Einschnitt im Blattrand kenntlich.

Resultate.

A. Absorption und Stärkebildung im sichtbaren Spektrum. Von den ca. 70 Versuchen ist eine Auswahl in der Tabelle (Fig. 3) wiedergegeben. Wir finden am Kopfe das Spektrum, ganz links die Versuchsnummer. Die Breite der Bezirke sp_1 und sp_2 ist im richtigen Verhältnis eingezeichnet, ihre Lage durch die FRAUNHOFERschen Linien kenntlich gemacht. In jedem Bezirk habe ich zwei Werte notiert, oben die Schwärzung, unten den Galvanometerausschlag, d. h. die Energie des Lichtes. In Versuch 26 war also die Lichtenergie bei A = 90, bei F = 90 und die Schwärzung bei A = 0, bei F = 8. Bei dieser Darstellung können wir die wichtigsten Daten rasch überblicken.

Die Versuche lassen sich in fünf Serien einteilen. Die erste Serie erlaubt einen Vergleich verschiedener Bezirke mit F, die zweite mit Tl, die dritte mit D, die vierte mit h, bei der fünften waren die beiden Blechschirme durch einen einzigen ersetzt, der zwei Spalten in der konstanten Distanz von 2,3 mm trug. Dadurch wurde für jeden Bezirk eine mehrfache, von verschiedenen

---

[1]) URSPRUNG, Über die Absorptionskurve des grünen Farbstoffes lebender Blätter. Dieses Heft, vorausgehende Mitteilung.

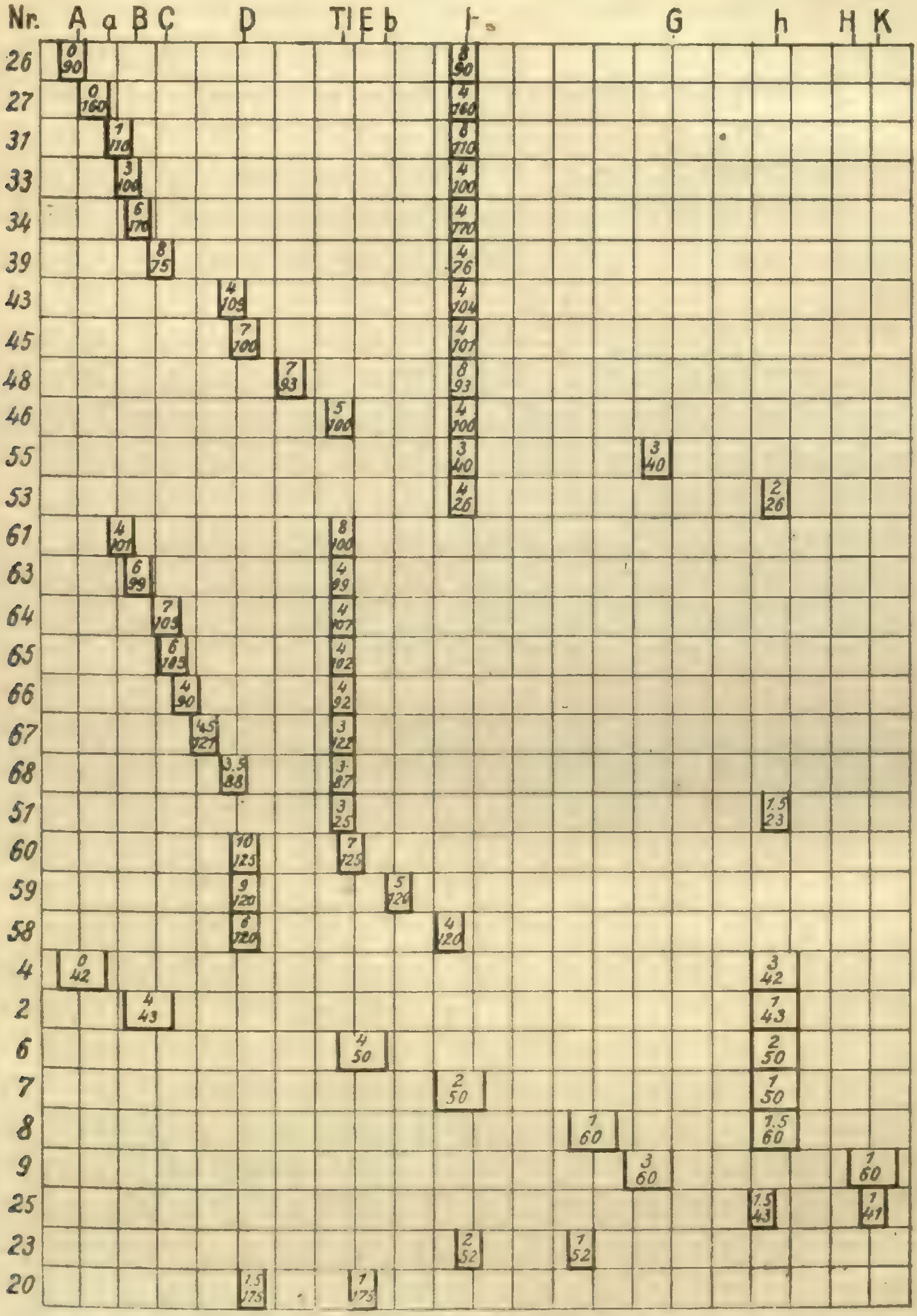


Abb. 3.

Fixpunkten ausgehende Kontrolle ermöglicht, die zur Sicherstellung der Resultate sehr erwünscht war. Einer Erwähnung bedarf vielleicht noch der folgende Punkt: ein Vergleich z. B. der F-Werte der ersten Serie zeigt, daß die Schwärzung bei verschiedenen Versuchen verschieden ist und — was auffallen kann — mit der Lichtenergie nicht im Zusammenhang steht; das hängt mit Verschiedenheiten in andern maßgebenden Faktoren, besonders der Expositionsdauer zusammen.

Übersichtlicher als durch die Tabelle lassen sich die Resultate durch die Schwärzungskurve darstellen (Taf. I, Fig. 1 ausgezogene Linie), die aus den Tabellenwerten auf folgende Weise zu erhalten ist. Wir tragen auf der Abszisse die Wellenlängen, auf der Ordinate die Schwärzung ab und beginnen mit den Versuchen in denen die Schwärzung bei F = 4 war. Brauchbar sind dabei natürlich nur solche Schwärzungen, bei welchen die früher[1]) als Solarisation bezeichnete Erscheinung noch nicht begonnen hat. Versuche, deren F-werte $\gtrless$ 4 sind, werden auf F = 4 umgerechnet. Es ist das erlaubt, weil die Differenzen innerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Versuchsfehler liegen, worüber man die folgende Zusammenstellung vergleichen wolle, in welcher ein angehängtes „red.“ die reduzierten Werte andeutet.

Nr.	vor D	F
42	4	4
43	7	7
43 red.	4	4

Nr.	vor Tl	F
48	7	8
49	5	6
48 red	3,5	4
49 red.	3,33	4

Nr.	D	F
45	7	4
44	9	5
44 red.	7,2	4

Nr.	F	h
7	2	1
53	4	2
7 red.	4	2

Zudem üben die andern Versuchsserien eine Kontrolle aus, der gröbere Fehler nicht entgehen können. — Die Einzeichnung der Versuchsserie 2 erfolgt nach Umrechnung der Schwärzung bei der Thalliumlinie auf den Wert 5, und in entsprechender Weise werden die übrigen Versuche eingetragen. Lagen für einen Kurvenpunkt mehrere Bestimmungen vor, so differierten die einzelnen Schwärzungswerte natürlich etwas infolge der Versuchsfehler. Damit man sich eine Vorstellung von der Bedeutung dieser Fehler machen kann, habe ich die beiden stärksten Abweichungen

---

1) URSPRUNG, Über die Stärkebildung im Spektrum. Diese Berichte 1917, p. 44.

(8,0 und 8,7 für C; 2,0 und 2,5 für h) eingetragen. Sie zeigen, daß dadurch an dem prinzipiellen Charakter unserer Kurve nichts verändert wird.

Die auf diese Weise erhaltene Kurve steigt vom äußersten Rot bis BC steil an und fällt von hier langsamer bis zum violetten Ende ab, wo sie nicht weiter verfolgt wurde. Außer dem Hauptmaximum bei BC sind verschiedene Nebenmaxima sichtbar. Bevor wir jedoch unsere Assimilationskurve näher besprechen ist daran zu erinnern, daß sowohl bei ihr (ausgezogene Linie) wie bei der Absorptionskurve (punktierte Linie) die auffallende Energie für alle Wellenlängen dieselbe ist. Bei der Schwärzungskurve bedarf das keiner weiteren Erläuterung; die Absorptionskurve gibt, wie wir in der vorigen Mitteilung sahen, für jedes λ die vom Farbstoff des lebenden grünen Blattes absorbierte Energie in Prozenten der auffallenden, die auffallende ist also jeweils = 100 gesetzt. Daraus folgt, daß die beiden Kurven direkt vergleichbar sind.

Es fallen nun vor allem die folgenden drei Punkte auf: 1. der weitgehende Parallelismus der beiden Kurven vom roten Ende bis ins Grün bei E. 2. Der abweichende Verlauf von E an, indem die Absorptionskurve wieder ansteigt, die Assimilationskurve aber weiter fällt. 3. Das Zusammenfallen sämtlicher Maxima beider Kurven auf dieselben Wellenlängen soweit das bei der Entfernung der Meßpunkte überhaupt möglich ist. Die Maxima der Absorptionskurve sind in üblicher Weise mit I bis VI bezeichnet. Es ist bemerkenswert, daß die Auffindung der schwächeren Nebenmaxima, die auch ENGELMANN nicht glückte, mit unserer Methode nun gelungen ist[1]).

Die Hauptabweichung besteht im Fallen der Schwärzungskurve von E an, während die Absorption wieder zunimmt. Für die Beurteilung der ENGELMANNschen Gleichung $E_{ass} = E_{abs}$ ist es wichtig, die Ursache dieser Abweichung aufzufinden. Zunächst ist zu bedenken, daß die ENGELMANNsche Gleichung sich auf die Gesamtassimilation bezieht, unsere Kurve aber nur auf die Stärkebildung; es war daher zu prüfen, ob vielleicht im Violett Zucker an Stelle der Stärke sich findet. Ich konnte jedoch bei gelegentlichen Proben mit *Phaseolus* oder mit der TROMMERschen Probe, noch mit der Reaktion nach FLÜCKIGER nennenswerte Differenzen zwischen C und h feststellen. Dagegen ließ sich deutlich nachweisen, daß in *Elodea*blättern der osmotische Wert bei gleicher Intensität der auffallenden Strahlen bei C größer ist als bei F und hier wieder größer als bei h[1]). Wenn das *Phaseolus*blatt ein ähnliches Verhalten zeigt, so kann das in doppelter Weise von Einfluß sein. Einmal könnte eine Herabsetzung des Turgors auch bei normaler Kohlensäurezufuhr die Assimilation schwächen; ferner ist mit der Verminderung des Turgors der Schließzellen eine Verengerung der Spaltöffnungen und eine ev. Erschwerung der CO_2-zufuhr zu erwarten. Die gelegentliche Prüfung verschiedener *Phaseolus*blätter nach dem Verfahren von LLOYD ergab bei h engere Stomata als bei C trotz gleicher auffallender Energie. Es deckt sich das der Hauptsache nach mit den Erfahrungen F. DARWINs[2]) hinter roten, grünen und blauen allerdings nicht auf gleiche Intensität abgestimmten Filtern. Damit ist — da die Spalten auch absolut eng waren — die Möglichkeit gegeben, daß das CO_2 im kurzwelligen Bezirk als begrenzender Faktor wirkte und das Fallen der Kurve hierauf zurückgeführt werden kann. Trifft diese Annahme zu, so muß an spaltöffnungsfreien Blättern mit dem Wegfall dieses begrenzenden Faktors die Assimilationskurve von E an wieder steigen, ähnlich wie die Absorptionskurve. Einige Versuche die ich in dieser Richtung an spaltöffnungsfreien Blättern mit meiner Methode (Stärkebildung) anstellte, scheiterten an dem Fehlen geeigneten Untersuchungsmaterials. Wir können uns aber auf ENGELMANN, KNIEP und MINDER, sowie MEINHOLD[3]) berufen. Denn trotz der Verschiedenheiten in den Methoden und Resultaten — MEINHOLD mißt nicht die Assimilation sondern die Vermehrung — und trotz aller Unvollkommenheiten wurden doch übereinstimmend bei verschiedenen Algen, bei *Sphagnum* und *Elodea* im Blau oder Violett höhere Werte gefunden als im Grün. LUBIMENKO[4]) gibt sogar ähnliches für *Phaseolus*blätter an, doch sind seine Befunde mit meinen eigenen schon deshalb nicht vergleichbar, weil er in Luft mit 10—12 pCt. CO_2 arbeitete, wodurch der begrenzende Faktor meiner Versuche in Wegfall kommt.

---

[1]) Eine Andeutung der Bänder II u. III gibt allerdings schon DANGEARD an (Sur la détermination des rayons actifs dans la synthèse chlorophyllienne. C. R. **152**, 1911, p. 277), der aber indirekt aus der Vermehrung auf die Assimilation schloß.

---

[1]) Zunahme des osmot Wertes während 6 Stunden in Mol-Rohrzucker

C-linie	Tl-linie	Tl-linie	h-linie
0,08	0,06	0,053	0,02

[2]) F. DARWIN, Observations on Stomata. Phil. Trans. 1898.

[3]) MEINHOLD, Beitr. z. Physiologie der Diatomeen. Diss. Halle 1911.

[4]) LUBIMENKO, L'assimilation chlorophyllienne et la production de la substance sèche à la lumière blanche et à la lumière colerée. Rev. gén. Bot. **23**, 1911, p. 1.

Hieraus folgt ferner, daß jene direkte Beeinflussung der assimilierenden Zellen durch den Turgor, von der oben die Rede war, für das Sinken der Schwärzungskurve jedenfalls nicht entscheidend ist. Die genannten Erfahrungen sprechen also dafür, daß das Fallen der Schwärzungskurve im kurzwelligen Bezirk vornehmlich auf den Mangel an CO_2 zurückzuführen sein dürfte[1]).

B. Absorption und Stärkebildung im Ultrarot und Ultraviolett.

1. Ultrarot. Alle bisherigen Bemühungen, bei grünen Pflanzen Assimilation im Ultrarot aufzufinden, waren meines Wissens erfolglos. Nach der Sicherstellung einer Absorption von Ultrarot durch den grünen Farbstoff lebender Blätter (vgl. die vorige Mitteilung) schien eine erneute Prüfung auf Assimilation geboten. Wenn meine Schwärzungskurve im äußersten Rot und im Anfang des Ultrarot auf Null sinkt, so heißt das natürlich nur λ 760 bewirkt keine sichtbare Schwärzung, wenn ein gleich intensives λ 656 eine Schwärzung ca. 8 erzeugt. Die Frage, ob ein bedeutend stärkeres oder länger einwirkendes λ 760 nicht trotzdem Stärke bilden kann, bleibt offen. Auch wäre ein negatives Resultat mit dem Bohnenblatt noch kein Beweis gegen ENGELMANN, denn einmal ist ein Spaltenschluß im Dunkeln zu befürchten und dazu gesellen sich die übrigen oben erwähnten Momente. Da ich somit auch im günstigsten Falle nur eine geringe Schwärzung erhoffen konnte, zog ich es vor, nicht im Spektrum zu arbeiten. Ich verwendete zwei Ultrarotfilter: eine konzentrierte Lösung von Jod in CS_2 in 9 cm dicker Schicht und eine 1,1 mm dicke Ebonitplatte. Beide Filter waren für sichtbare Strahlen ganz undurchlässig, indem verschiedene Beobachter im Dunkelraum mit ausgeruhtem Auge hinter den Filtern keine Spur der benutzten Lichtquelle (Osramprojektionslampe von 2500 Kerzen mit Linse konzentriert) erkennen konnten. Bei der Jodlösung waren Spuren von Ultraviolett kaum mit Sicherheit ausgeschlossen (vgl. KAYSER, III, p. 329 ff.), wohl aber bei der Ebonitplatte (vgl. KAYSER, III, p. 388). Denn dieselbe Plattendicke wie ich sie verwendete fand ich zum Verschluß

---

[1]) Von weiteren Faktoren, die auf den Verlauf der Schwärzungskurve Einfluß haben könnten, sei noch die Chromatophorenverlagerung und das Purkinjesche Phänomen erwähnt. Es wäre denkbar, daß die Chlorophyllkörner im Blauviolett eine für die Assimilation oder die Sichtbarkeit der Schwärzung weniger günstige Lage besitzen als im Rot. Die Angaben SENNS scheinen mir aber nicht dafür zu sprechen und eine direkte Untersuchung habe ich nicht vorgenommen. — Das Purkinjesche Phänomen müßte in umgekehrtem Sinne wirken.

photographischer Kassetten benützt, die selbst im intensivsten ultraviolettreichen Sonnenlicht keine Einwirkung auf die Platte erkennen ließen; noch weniger war dies bei meiner violettarmen Lichtquelle zu erwarten.

In dem Boden einer lichtdichten Schachtel aus schwarzem Karton wurde eine kleine rundliche Öffnung angebracht und das Fenster mit dem Ultrarotfilter (Ebonitplatte oder Jodlösung) lichtdicht verschlossen. Nach Entfernung des Schachteldeckels führte man durch einen seitlichen Schlitz ein entstärktes an der Pflanze inseriertes Bohnenblatt ein, fixierte es mit Plastolin hinter dem Fenster und dichtete nach Verschluß der Schachtel die Einführungsstelle lichtsicher ab. Die Strahlung der Lampe wurde nun auf das Fenster geworfen und der übrige Teil der Schachtel durch einen Asbestschirm geschützt. Nach 40stündiger Exposition erhielt ich mehrfach sowohl hinter dem Ebonit- wie hinter dem Jodfilter deutliche Stärkebildung, während die übrige Blattpartie stärkefrei geblieben war. Fig. 2, Taf. I gibt die Photographie eines solchen mit Jod behandelten Blattes nach 40-stündiger Exposition hinter dem Ebonitfilter. Es glückte indessen. besonders hinter dem Ebonitfilter durchaus nicht jeder Versuch; die Linse muß offenbar in günstiger Stellung sein, so daß weder zu viel noch zu wenig ultrarote Strahlen auf das Blatt fallen. Ein Stück Celloidinpapier an Stelle des Blattes 48 Stunden exponiert, ließ keine Spur einer Einwirkung erkennen.

Nachdem wir jetzt wissen, daß im Ultrarot Assimilation möglich ist, bleibt noch zu ermitteln, warum die Schwärzungskurve mit der Absorptionskurve sich nicht deckt. Zu diesem Zwecke untersuchte ich ein Blatt nach 4-stündiger Bestrahlung hinter dem Ebonitfilter mit der LLOYDschen Methode. Die Spaltöffnungen hatten sich im Ultrarot bedeutend verengert, z. T. sogar geschlossen. Die Möglichkeit liegt also auch hier vor, daß das CO_2 als begrenzender Faktor gewirkt hat. Die Glukoseprüfung ergab keine Anhaltspunkte.

2. Ultraviolett. Daß auch im langwelligen Ultraviolett assimiliert werden kann habe ich früher[1]) bewiesen und sowohl hier wie an anderer Stelle[2]) gezeigt, daß nur ein relativ kleiner Bezirk in Betracht fallen kann. Denn einmal sendet die Sonne keine kürzeren Wellen auf die Erdoberfläche und dann würden

---

[1]) URSPRUNG, Über die Stärkebildung im Spektrum. Diese Berichte 1917, p. 44.

[2]) URSPRUNG u. BLUM, Über die Schädlichkeit ultravioletter Strahlen. Diese Berichte 1917, p. 385.

die letzteren auch schädigend auf die Pflanze einwirken. Desgleichen ist Absorption für das Ultraviolett angegeben, aber die Kurven sind noch nicht bekannt und daher läßt sich über die Beziehung der Assimilation zur Absorption zur Zeit nichts aussagen.

Die Engelmannschen Kurven.

Um die Beziehungen zwischen Absorption und Assimilation grüner Zellen übersichtlich darzustellen, zeichnete ENGELMANN1) die bekannten überall reproduzierten2) Kurven. Es scheint bisher übersehen worden zu sein, daß diese Kurven nicht vergleichbar sind. Bei der Absorptionskurve setzt ENGELMANN die auffallende Energie für alle Wellenlängen = 100, während er die Assimilationskurve auf die Energieverteilung im Normalspektrum der Sonne basiert. Es ist aber selbstverständlich, daß die Kurven nur dann vergleichbar sind, wenn sie beide entweder auf dasselbe Normalspektrum der Sonne oder auf die auffallende Energie 100 sich beziehen. Da wir die Energiekurve der von ENGELMANN benützten Sonnenstrahlung nicht kennen, ist die Umrechnung natürlich etwas willkürlich. Wir erhalten etwas andere Resultate je nachdem wir uns auf die eine oder andere der zahlreichen von LANGLEY, ABBOT

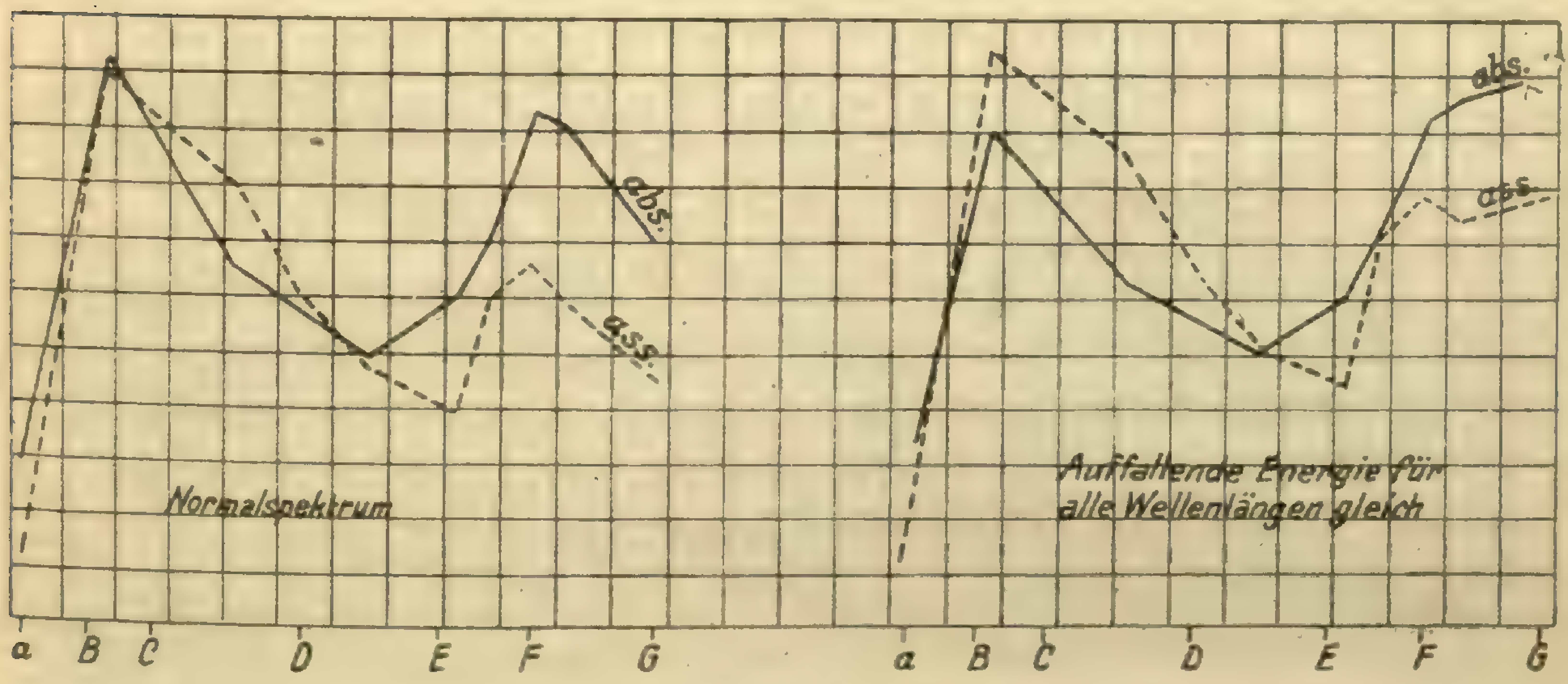


Abb. 4.

---

1) ENGELMANN, Untersuchungen über die quantitativen Beziehungen zwischen Absorption des Lichtes und Assimilation in Pflanzenzellen. Bot. Ztg. **42**, 1884.

2) z. B. PFEFFER, Pflanzenphysiologie 1897, Bd. I, p. 326; JOST, Vorlesungen 1913, p. 166.

und FOWLE publizierten Beobachtungsserien stützen. Ich habe die Berechnung sowohl nach einer älteren Kurve LANGLEYs (1882, Ann. chim. phys. 5 sér. 25 p. 212), wie auch nach Kurven von ABBOT und FOWLE für verschiedene Sonnenhöhen vorgenommen, beschränke mich aber auf die Wiedergabe eines Resultates, das mittlere Deckung ergab in Kurvenform (nach Kurve 9,70 ° Zmithdistanz, Ann. of the astrophysical observatory of the Smithsonian Institution, II, 1908, Taf. XVI). Wie Figur 4 zeigt, harmonieren die Kurvenpaare nach der Korrektion noch besser als in der ENGELMANNschen Zeichnung, indem die so störende Diskrepanz im Blauviolett gemildert, in andern (hier nicht reproduzierten) Fällen sogar verschwunden ist. Die Vermutung drängt sich auf, es könnten die noch bestehenden Abweichungen weniger in der Sache selbst begründet sein, als in einer mangelhaften Reduktion und in Versuchsfehlern.

Die Engelmannsche Gleichung $E_{abs} = E_{ass}$.

Bei Beurteilung dieser Gleichung sind 2 Dinge auseinanderzuhalten: 1. das wirkliche Größenverhältnis der absorbierten und zur Assimilation verbrauchten Energie, 2. die Proportionalität zwischen Absorption und Assimilation für die verschiedenen Wellenlängen, d. h. das was ENGELMANN auf Grund seiner Beobachtungen allein beurteilen konnte.

Die von BROWN und ESCOMBE[1]) untersuchten Blätter absorbierten ca. 70—80 pCt. der auffallenden Sonnenstrahlen, während meist nur ca. 1 pCt. zur Assimilation verbraucht wurde. Die Gleichung kann daher unmöglich richtig sein, wenn unter E_{abs} die vom ganzen Blatt absorbierte Strahlung verstanden wird. Es wäre das auch ganz unzweckmäßig, da ja das Blatt der absorbierten Energie nicht nur zur Assimilation, sondern noch zu anderem spez. zur Transpiration bedarf.

Wesentlich günstiger liegen die Verhältnisse, wenn E_{abs} nur die vom grünen Farbstoff absorbierte Energie darstellt. BROWN und ESCOMBE bestimmten diese Größe für ein Blatt von *Acer Negundo* und Sonnenstrahlung zu 4,2 pCt.; ich selbst fand für dieselbe Spezies und die Strahlung eines Nernstbrenners Werte zwischen 3,5 und 4,1 pCt. Andererseits schwankt die zur Assimilation verbrauchte Energie bei den Versuchspflanzen von BROWN und ESCOMBE — zu denen *Acer Negundo* nicht gehört — zwischen 0,27 und 4,48 pCt. Sind auch weder für dasselbe Blatt noch für dieselben Spezies die beiden Größen gemessen, so sieht man doch, daß unter Umständen beide ca. 4 pCt. betragen können, daß also wohl $E_{abs} = E_{ass}$ werden kann, wenn man unter E_{abs} die vom Farbstoff absorbierte Energie versteht. Allerdings sind dazu besonders günstige Bedingungen — vor allem nicht zu viel Licht — erforderlich. Eine allgemeine Gültigkeit kommt der Gleichung auch in dieser Form somit nicht zu, selbst wenn wir tote Blätter ausschließen; setzen wir z. B. bei *Helianthus* die Absorption derjenigen von *Acer* gleich, so findet sich bei BROWN und ESCOMBE ein Fall, wo E_{abs} bis 16mal größer ist als E_{ass}.

---

[1]) BROWN and ESCOMBE, Researches on some of the physiological processes of green leaves etc. Proc. Roy. Soc. London. B. 76, 1905, p. 29.

Wenden wir uns nun zur Proportionalität zwischen E_{abs} und E_{ass} für die einzelnen Wellenlängen, so müssen wir unterscheiden zwischen den spaltöffnungsfreien Pflanzen (Algen, *Sphagnum*, *Elodea*) einerseits und meinen *Phaseolus*blättern andererseits. Bei *Phaseolus* fand sich neben einem weitgehenden Parallelismus beider Kurven, der auch auf die sekundären Maxima sich erstreckt, eine auffällige Diskrepanz im Blauviolett, als deren Ursache Kohlensäuremangel wahrscheinlich gemacht werden konnte. Bei den spaltöffnungsfreien Pflanzen ließ sich der Parallelismus mehrfach bis ins Blauviolett verfolgen[1]). Es scheint also tatsächlich die Assimilationskurve mit der Absorptionskurve weitgehend zur Deckung gebracht werden zu können, wenn nicht gewisse Faktoren (Kohlensäuremangel) störend eingreifen.

Nachtrag zu „Über die Stärkebildung im Spektrum“[2]). Es heißt dort (p. 62) über die Schwärzungskurve: „Vor der Solarisation steigt die Kurve vom roten Ende aus steil an und verläuft dann etwa von B an eine gewisse Strecke annähernd horizontal.“ Nach obigem ist es zweifellos, daß die Solarisation früher beginnt als ich damals glaubte, und daß nicht erst die Einsenkung der Kurve bei BC, sondern schon das Fehlen eines Maximums bei BC auf Solarisation zurückzuführen ist. Bei kurzer Bestrahlung wurde ja auch tatsächlich das Maximum bei BC gefunden.

---

[1]) Eine Klärung der etwas abweichenden Befunde von MEINHOLD, die mit der Absorptionskurve der rein grünen Pigmente in Beziehung gebracht wurden, steht noch aus. (Vgl. IWANOWSKI, Diese Berichte 1914, p. 433 und PRINGSHEIM, diese Berichte 1915, p. 379.)

[2]) Diese Berichte, 1917, p. 44.

Erklärung der Tafel I.

Fig. 1. Ausgezogene Linie = Stärkebildung im Bohnenblatt, wenn die auffallende Strahlung für alle Wellenlängen gleich ist.

Punktierte Linie = die vom grünen Farbstoff lebender Blätter absorbierte Strahlung, die eintretende gleich 100 gesetzt.

Fig. 2. Stärkebildung im Ultrarot.

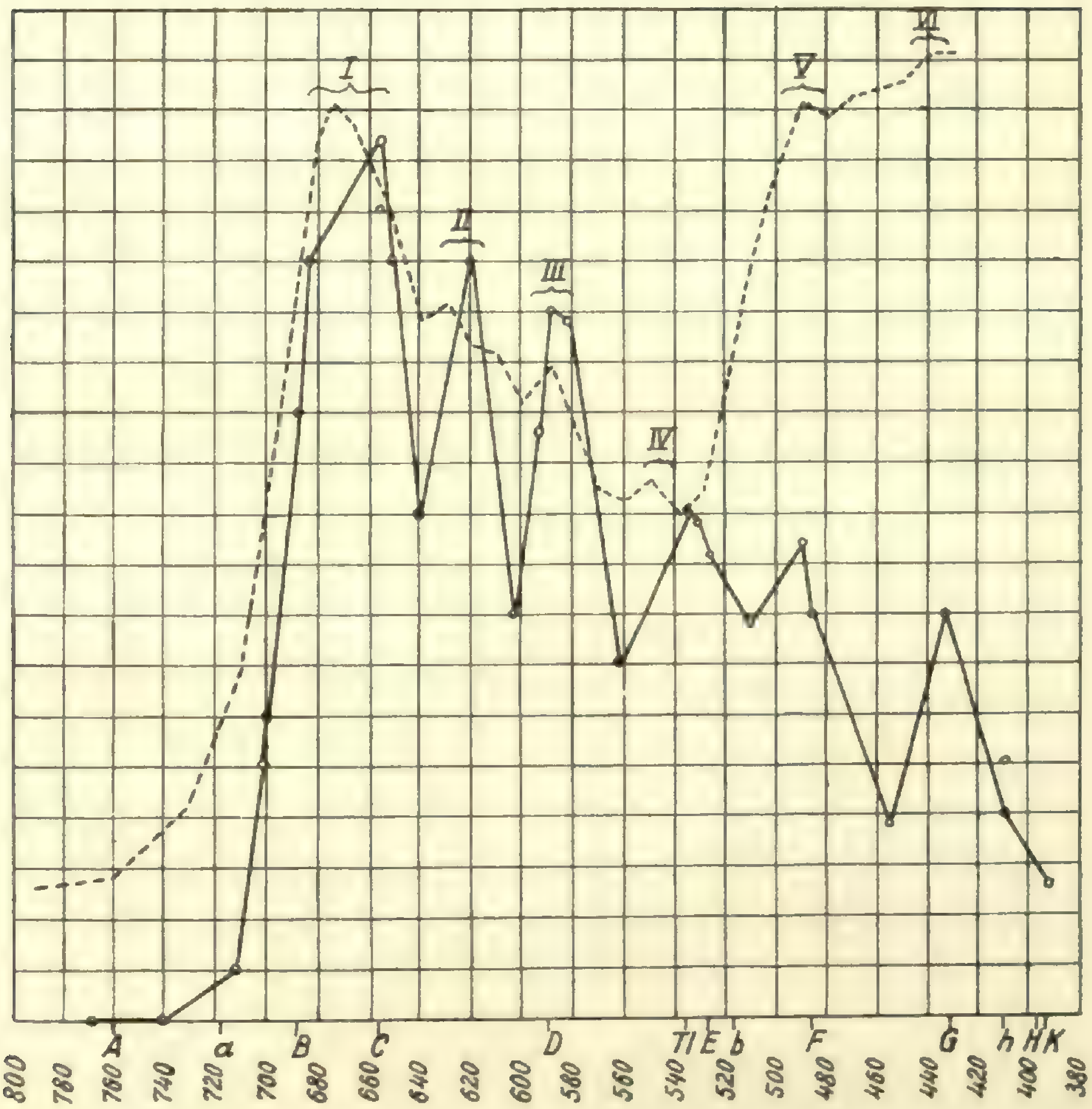

I
II
III
IV
V
VI
A
a
B
C
D
TI
E
b
F
G
h
H
K
800
780
760
740
720
700
680
660
640
620
600
580
560
540
520
500
480
460
440
420
400
380

Fig. 1.

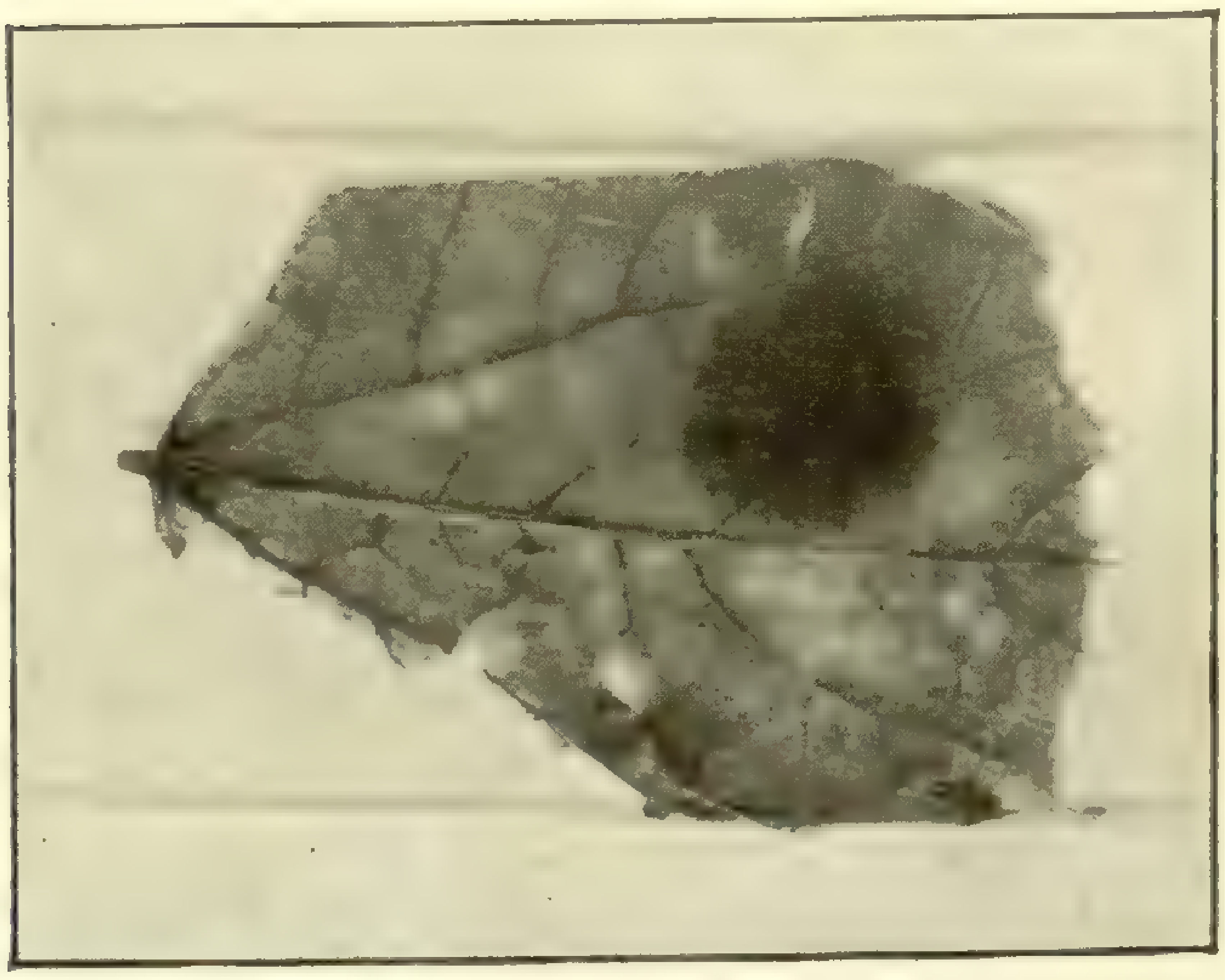


Fig 2.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1918 **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** an Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. L. Wittmack, Berlin NW, Platz am Neuen Tor 1, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr statt.

☛ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung**, für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten. Im allgemeinen wird den Autoren eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1918.

Ehrenpräsident: S. Schwendener.

Für die Generalversammlung: Hans Winkler, Präsident; A. Voigt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: L. Wittmack, Vorsitzender; P. Lindner, erster Stellvertreter; J. Behrens, zweiter Stellvertreter; E. Baur, erster Schriftführer; H. Harms, zweiter Schriftführer; H. Miehe, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: L. Wittmack, E. Baur, H. Harms, H. Miehe, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): E. Jahn, R. Kolkwitz, P. Claussen, O. Reinhardt, L. Diels.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für alle ordentlichen Mitglieder 20 M.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in Berlin-Dahlem gelangen lassen. Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5 „
3.	für jede Lichtdrucktafel	9 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr .	2 „
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
8.	für jeden Umschlag	1,5 „
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	7,— Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68

Bekanntmachung.

Die **Zwiſchenſcheine** für die **5%** **Schuldverſchreibungen** und **4½%** **Schatzanweiſungen der VII. Kriegsanleihe** können vom

27. Mai d. Js. ab

in die endgültigen Stücke mit Zinsſcheinen umgetauſcht werden.

Der Umtauſch findet bei der „**Umtauſchſtelle für die Kriegsanleihen**“, **Berlin W 8, Behrenſtraße 22**, ſtatt. Außerdem übernehmen ſämtliche Reichsbankanſtalten mit Kaſſeneinrichtung bis zum **2. Dezember 1918** die koſtenfreie Vermittelung des Umtauſches. Nach dieſem Zeitpunkt können die Zwiſchenſcheine nur noch unmittelbar bei der „Umtauſchſtelle für die Kriegsanleihen“ in Berlin umgetauſcht werden.

Die Zwiſchenſcheine ſind mit Verzeichniſſen, in die ſie nach den Beträgen und innerhalb dieſer nach der Nummernfolge geordnet einzutragen ſind, während der Vormittagsdienſtſtunden bei den genannten Stellen einzureichen. Für die 5% Reichsanleihe und für die 4½% Reichsſchatzanweiſungen ſind beſondere Nummernverzeichniſſe auszufertigen; Formulare hierzu ſind bei allen Reichsbankanſtalten erhältlich.

Firmen und Kaſſen haben die von ihnen eingereichten Zwiſchenſcheine rechts **oberhalb** der Stücknummer mit ihrem Firmenſtempel zu verſehen.

Von den Zwiſchenſcheinen für die **I., III., IV., V. u. VI. Kriegsanleihe** iſt eine größere Anzahl noch immer nicht in die endgültigen Stücke mit den bereits ſeit 1. April 1915, 1. Oktober 1916, 2. Januar, 1. Juli, 1. Oktober 1917 und 2. Januar d. Js. fällig geweſenen Zinsſcheinen umgetauſcht worden. Die Inhaber werden aufgefordert, dieſe Zwiſchenſcheine in ihrem eigenen Intereſſe möglichſt bald bei der „**Umtauſchſtelle für die Kriegsanleihen**“, **Berlin W 8, Behrenſtraße 22**, zum Umtauſch einzureichen.

Berlin, im Mai 1918.

Reichsbank-Direktorium.

Havenſtein. v. Grimm.

BAND XXXVI. JAHRGANG 1918. HEFT 3.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

HEFT 3.
(MIT TAFEL II—III.)

AUSGEGEBEN AM 27. JUNI 1918.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1918

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
FEB 11 1920
GARDEN LIBRARY

Es wird dringend gebeten, die dritte Umschlagsseite zu beachten.

Inhaltsangabe zu Heft 3.

Seite

Sitzung vom 28. März 1918 102

Mitteilungen.

10. Erwin Baur: Ueber eine eigentümliche mit absoluter Koppelung zusammenhängende Dominanzstörung . . . 107
11. A. Ursprung: Energiekurven des vom Farbstoff grüner Blätter absorbierten Lichtes. (Mit 4 Abb. im Text.) . . 111
12. A. Ursprung: Ueber das Vorhandensein einer photochemischen Extinktion beim Assimilationsprozeß. (Mit 2 Abb. im Text.) 122
13. F. von Höhnel: Ueber die Gattung Leptosphae Ces. et de Not 135
14. C. Wehmer: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen. 4. Die Wirkung des Gases auf das Wurzelsystem von Holzpflanzen; Ursache der Gaswirkung. (Mit Taf. II und 5 Abbildungen im Text.) 140
15. E. Bachmann: Neue Flechtengebilde. (Mit Tafel III.) . 150
16. Ernst Lehmann: Ueber die minimale Belichtungszeit, welche die Keimung der Samen von Lythrum Salicaria auslöst 157
17. A. Pascher: Ueber die Beziehung der Reduktionsteilung zur Mendelschen Spaltung 163
18. A. Pascher: Oedogonium, ein geeignetes Objekt für Kreuzungsversuche an einkernigen, haploiden Organismen 168
19. O. Renner: Versuche zur Mechanik der Wasserversorgung 172

Nächste Sitzung der Gesellschaft

Freitag, den 28. Juni 1918,

abends 7 Uhr, im

Hörsaal des Pflanzenphysiolog. Instituts d. Universität,

Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 1.

Einladung
zur
Generalversammlung
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Die Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft werden hierdurch zur Teilnahme an der am

Montag, den 30. September, vormittags 9 Uhr,

in

Hamburg

stattfindenden Generalversammlung eingeladen. Die Tagesordnung ist durch §§ 15 u. 16 der Geschäftsordnung gegeben.

Hans Winkler,
z. Zt. Präsident.

Wissenschaftliche Vorträge sind baldmöglichst beim Präsidenten, Herrn Professor Dr. HANS WINKLER, Hamburg, Woldsenweg 12, anzumelden. Da auch die Versammlungen der freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik und der Vereinigung für angewandte Botanik in Hamburg stattfinden, wird ein gemeinsames Programm aller drei Gesellschaften den Mitgliedern zugesandt werden.

Der Vorstand.

Sitzung vom 28. März 1918.

Vorsitzender: Herr L. WITTMACK.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben zweier Mitglieder. Herr Dr.

Otto Damm,

ordentl. Lehrer an der Höheren Mädchenschule in **Charlottenburg,** verstarb am 11. X. 1917 und Herr K. K. Regierungsrat, Professor Dr.

T. F. Hanausek

in **Wien,** verstarb am 4. II. 1918.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Fräulein

Müller, Lene in **Wien** XVIII, Gersthoferstr. 110 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER) und die Herren

Stomps, Dr. **Th.,** Professor an der Universität in **Amsterdam** (durch L. WITTMACK und O. APPEL) und

Pfeiffer, Hans, Lehrer in Bremen, Kölnerstr. 57 I. (durch G. BITTER und R. KOLKWITZ).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt Herr

Montfort, Dr. **Camill** in **Bonn,** und Fräulein

Beck, Olga, in **Wien.**

Herr Professor **de Vries** in **Amsterdam** sandte folgende Antwort auf die ihm vom Vorstande gewidmete Adresse:

Lauteren, 5. März 1918.

Hochverehrte Kollegen!

Zu meinem 70. Geburtstage erhielt ich Ihre Glückwünsche in der Form eines Albums mit den Bildern der deutschen Städte, wo ich früher gewohnt habe, mit dem so ehrenvollen Inhalte und mit den Handzeichnungen der Mitglieder des Vorstandes der deutschen Botanischen Gesellschaft, alles umgeben mit schönen, künstlerischen Zeichnungen der Blüten und Früchte der *Oenothera.* Ich war dadurch in angenehmster Weise überrascht und fühle mich zu tiefem Danke verpflichtet. Während mehr als 30 Jahre war ich als Mitglied mit Ihrer Gesellschaft verbunden und sehr oft habe ich in dieser Periode um die Mitwirkung zur Veröffentlichung meiner Studien gebeten, und die Genehmigung meiner Bitten stets als eine hohe Ehre betrachtet. Aber weit höher schätze ich diese Glückwünsche und die damit verbundene Anerkennung meiner Bemühungen seitens einer von mir so hoch verehrten Gesellschaft.

Im Gefühle aufrichtiger Dankbarkeit

HUGO DE VRIES.

Dem Vorstande
der deutschen botanischen Gesellschaft
Berlin.

Herr **Buder** legte einige Photogramme vor, die sich auf das Verhalten der Purpurbakterien im spektral zerlegten Lichte beziehen. Ferner zeigte er einen Versuch über die Inversion des Phototropismus bei Phycomyces. Der Vortragende gab dazu etwa folgende Erläuterungen:

1. Bakteriospektrogramme von Purpurbakterien.

Wie man seit ENGELMANN weiß, sammeln sich die Purpurbakterien in einem auf den Objektträger projizierten Mikrospektrum an ganz bestimmten Stellen zu ± scharf begrenzten Bändern an. ENGELMANN erhielt solche Ansammlungen im Ultrarot und im Gelb, während im Grün nur die schwache Andeutung eines weiteren Streifens zu sehen war. Bei geeigneter Wahl der Größe des Spektrums, der Lichtquelle, Dispersion etc. gelang es nun dem Vortragenden a) die Ansammlung im Ultrarot in mehrere deutlich getrennte Stufen — 3 jenseits von Fraunhofer A, eine 4. kommt bisweilen im Sonnenspektrum zwischen A u. a zustande, — zu zerlegen, b) im sichtbaren Spektrum nicht nur im Gelb bei D, sondern auch im Grün bei E und im Blau bei F ganz scharf ausgeprägte, ferner im Indigo zwischen F u. G und im Violett bei H deutliche Ansammlungen zu erhalten. Sie alle koinzidieren genau mit den Absorptionsbändern des Farbstoffes der lebenden Organismen. Die Bakterien zeichnen also gewissermaßen ihr eigenes Absorptionsspektrum auf. Vermöge ihrer „Schreckbewegungen“ sammeln sie sich in den Arealen des Spektrums an, die für sie „heller“ (d. h. physiologisch wirksamer) sind als die benachbarten.

Bei geeigneter Größe des Spektrums und richtig regulierter Spaltweite gelingt es auch, von den Bakterien Spektrogramme mit FRAUNHOFERschen Linien zeichnen zu lassen.

Die dunklen Linien sind dabei arm oder gänzlich frei von Bakterien, die zwar aus dem Areal der energiearmen Linie in die hellere Nachbarschaft hinaus aber nicht umgekehrt herein schwimmen können. Am leichtesten und schönsten bildet sich FRAUNHOFER A aus, dem ja eine besonders breite und tiefe Einsenkung in der Energiekurve des Sonnenspektrums entspricht. Die Linien treten im ganzen sichtbaren Gebiete auf und lassen sich bis in das Ultraviolett (K, L, M, N) verfolgen. Noch schöner und überraschender ist die Bildung der Linien im Ultrarot, wo sie Vortragender bis etwa 950 $\mu\mu$ beobachten konnte (Linie Z, X_1, X_2, X_3, X_4, Y, ϱ der ABNEYschen Bezeichnung und zahlreiche feinere). Bei Emissionsspektren mit leuchtenden Linien sammeln sich natürlich umgekehrt die Bakterien in ihnen zu feinen scharfen Bakterienlinien an. In allen Fällen können die Bakterien nach einiger Zeit der Bestrahlung zur Ruhe kommen. Auf diese Weise werden die von den Bakterien aufgezeichneten Spektrogramme vorübergehend fixiert und können photographiert werden. Demonstriert wurden eine Anzahl derartiger Photographieen, die die geschilderten Ansammlungen, sowie teilweise auch die FRAUNHOFERschen Linien erkennen ließen. Sie bezogen sich sowohl auf prismatische wie auf Gitterspektren.

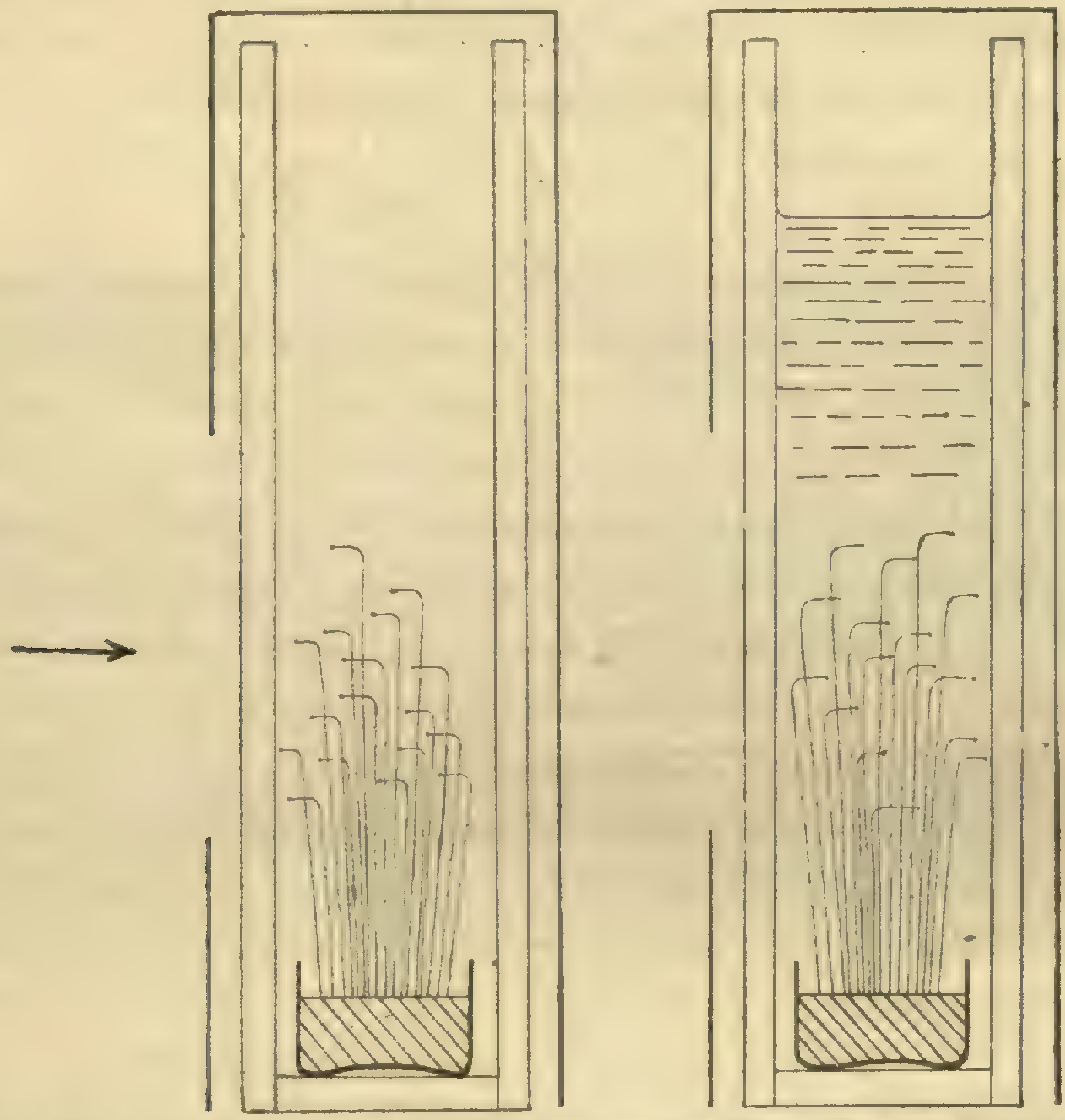
2. Die Inversion des Phototropismus bei Phycomyces.

Die bekannte positive phototropische Reaktion von *Phycomyces nitens* kann man sehr leicht, ohne an der Lichtintensität und Bestrahlungsdauer etwas zu ändern[1]), in eine negative umkehren, wenn man die Sporangienträger während der Belichtung nicht wie gewöhnlich von Luft sondern von Paraffinum liquidum umgeben sein läßt. Der Vortragende führte einen solchen Versuch, der kurz vor der Sitzung angesetzt war, vor. Zwei prismatische Küvetten, auf deren Grunde sich ein Schälchen mit der Pilzkultur befand, wurden von einer kleinen Glühlampe bestrahlt. Nebenlicht war durch eine Hülle von schwarzem Papier ausgeschlossen. Die eine Küvette war mit Paraffinum liquidum gefüllt, in der anderen

---

[1] Dauerbelichtung.

(Kontrollküvette) befanden sich die Sporangienträger in Luft. Bereits nach einer Stunde waren deutliche Krümmungen eingetreten: in der einen Küvette negative, in der anderen positive. Die Abbildung stellt den Zustand am Schlusse der Sitzung (etwa nach $2^1/_2$ Stunden) dar. — Es liegt nahe, die Inversion auf das Konto der veränderten Lichtbrechung zu setzen: wird doch durch das Untertauchen in Paraffinum liquidum (Brechungsindex 1,47) die konvexe Cylinderlinse des Sporangienträgers in eine konkave verwandelt, so daß die Bestrahlung der Vorder- und Rückwandung dadurch wesentlich verändert wird. Vortragender erinnert an die älteren Theorien über das Zustandekommen der phototropischen Krümmung (DE CANDOLLE), die Bedeutung der „Brennstreifen“ (WOLKOFF) und an BLAAUWs ähnliche Vorstellungen und weist auf die Bedeutung hin, die der Versuch für die Beurteilung dieser Verhältnisse zu gewinnen verspricht. Die experimentelle und theoretische Verfolgung der angeschnittenen Frage ist bereits im Gange. Bis zur Veröffentlichung der dabei gewonnenen Resultate behält sich der Vortragende natürlich die weitere theoretische Behandlung und den extensiven wie intensiven Ausbau des hier mitgeteilten Versuches vor.



Inversion des Phototropismus von *Phycomyces* in Paraffinum liquidum (rechts). Links Parallelversuche in Luft.

Herr **Lindner** legt einige Erzeugnisse der Deutschen Gasglühlichtgesellschaft vor, die sämtlich aus den Hautbildungen des *Bacterium xylinum* gefertigt sind mit Hilfe bestimmter Gerb- und Imprägnierungsverfahren: so ein großes Stück weißes Glaceleder, ein für Büchereinbände verwertetes Preßleder, ferner eine durchscheinende, gelbliche Billrotbattist ähnliche Haut, die gasundurchlässig sein soll. Des Weiteren wies er eine kräftige Haut von dem Teekwaßpilz vor, der in einer Berliner Familie gezüchtet war und aus Ägypten über Warschau eingeführt sein soll. Mikrophotogramme von Kulturen dieser Vegetationen ließen neben dem *Bacterium xylinum* auch verschiedene Hefen und Schimmelpilze, anscheinend *Citromyces*arten erkennen. Der im kurländischen Kwaß vor Jahren angetroffene *Saccharomycodes Ludwigii* fehlte in diesen Proben.

Von fast knorplicher Beschaffenheit und auch der Form und Größe nach einem Finger ähnlich war ein aus einer Weißbierflasche stammendes Gebilde von *Bacterium xylinum*; ein anderes Vorkommnis dieses Organismus in einer Himbeeressigflasche erinnerte an ein Darmstück, das blutunterlaufen und von Krebsgeschwüren befallen. Es ist klar, daß solche Funde abergläubisch veranlagte Personen aufs tiefste erregen und in ihnen allerhand schlimme Vermutungen auslösen, wie ja auch die tragische Geschichte „Im Brauerhaus“ von THEODOR STORM zeigt.

Schließlich wurde noch ein schleimig gewordener, aus Schweden stammender Anisettelikör demonstriert, von dessen Vegetationen mehrere Aufnahmen gemacht worden waren. Die Ursache der Verschleimung war ein Leuconostoc.

Mitteilungen.

10. Erwin Baur: Ueber eine eigentümliche mit absoluter Koppelung zusammenhängende Dominanzstörung.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 26. Februar 1918.)

Ein beträchtlicher Teil meiner langjährigen Vererbungsversuche mit *Antirrhinum majus*, über die — nach einer durch den Krieg bedingten dreijährigen Verzögerung — eine ausführliche Veröffentlichung in Vorbereitung ist, hatte die Aufgabe, festzustellen, ob es möglich ist, alle Rassen- und Sortenunterschiede innerhalb der Art *A. majus* im wesentlichen auf mendelnde Grundunterschiede (Gene, Faktoren, Erbeinheiten) zurückzuführen. Ich kann diese Frage heute unbedingt bejahen. Sicher nicht mendelnde Rassenunterschiede kenne ich bei *Antirrhinum majus* bisher nur zwei. Alle übrigen, weit über tausend, Rassenunterschiede[1]) lassen sich zurückführen auf rund 40 Grundunterschiede (Gene, Faktoren, Erbeinheiten).

Diese Grundunterschiede mendeln zum Teil völlig unabhängig voneinander, zum Teil zeigen sie untereinander eine teilweise Koppelung und zum Teil endlich zeigen sie eine absolute Koppelung.

Ich war lange Zeit geneigt, die absoluten Koppelungen, von denen ich einen Fall in meiner „Einführung"[2]) bereits erwähnt habe, als extreme Fälle teilweiser Koppelungen anzusehen, in denen bei dem Gametenverhältnis 1 : n : n : 1 bzw. n : 1 : 1 : n n eine sehr große Zahl ist.

Versuche mit großen F_2-Generationen aus Bastarden mit solchen absoluten Koppelungen und vor allem Rückkreuzungsversuche der Bastarde mit den ganz rezessiven Sippen ließen in mir aber doch mehr und mehr die Überzeugung reifen, daß hier etwas von den übrigen Koppelungen grundsätzlich verschiedenes,

---

1) Dem völlig entsprechend beruhen auch nahezu alle in meinen Kulturen erfolgten Mutationen auf dem Entstehen je eines mendelnden Grundunterschiedes.

2) BAUR, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 2. Aufl. S. 162.

eben wirklich „absolute“ Koppelungen vorliegen. Nach den so ungemein erfolgreichen Versuchen MORGANS und seiner Schüler, zwischen den in den Vererbungsversuchen gefundenen Vorgängen, besonders den Koppelungserscheinungen, und den cytologischen Befunden eine Brücke zu schlagen, einen Parallelismus zu konstruieren, scheint mir diese zweite Auffassung der absoluten Koppelungen völlig begründet.

Man kann wohl das Ergebnis aller bisherigen Versuche, einen solchen Parallelismus zu konstruieren, heute in folgende Lehrsätze zusammenfassen:

I. Das Idioplasma im Sinne NAEGELIS, d. h. der Teil der Zelle, der die Arteigenheit bedingt, in dem fast alle Rassenunterschiede lokalisiert sind, d. h. „der Vererbungsträger“ ist im wesentlichen zu suchen im Fadengerüst des Zellkernes.

II. Die anatomische Grundlage (entwickelungsmechanische Ursache) eines als Einheit mendelnden Rassenunterschiedes, einer „Erbeinheit“ ist eine physikalische oder chemische Verschiedenheit zwischen zwei einander im übrigen entsprechenden Chromomeren[1]).

III. Die anatomische Grundlage des Mendelns ist erstens der gegenseitige Austausch aequivalenter Chromosomen bei der Reduktionsteilung (wie zuerst von HEIDER ausgesprochen) und zweitens der Austausch einzelner Chromomeren in oder vor der Synapsis.

IV. Ein oder mehrere Rassenunterschiede, die in verschiedenen Chromosomenpaaren lokalisiert sind, zeigen völlig freie Mendelspaltung. Ein oder mehrere Rassenunterschiede, die im gleichen Chromosomenpaar aber in verschiedenen Chromomerenpaaren lokalisiert sind, zeigen eine durch teilweise Koppelung gestörte Mendelspaltung, und endlich ein oder mehrere Rassenunterschiede, die im gleichen Chromomerenpaar liegen, zeigen die Erscheinung der absoluten Koppelung.

V. Die Chromomeren sitzen in den Chromosomen immer in einer bestimmten Reihenfolge und hängen gewissermaßen kettenartig zusammen. Der Austausch der Chromomeren geht nicht so vor sich, daß alle einzelnen Chromomeren frei werden und beliebig herüber und hinüber vertauscht werden, sondern die Chromomerenkette reißt stückweise, und ein oder mehrere Kettenstücke werden zwischen den beiden Chromosomen vertauscht.

---

[1]) Chromomer im Sinne von: Kleinstes austauschbares Teilstück eines Chromosoms.

VI. Aus der Art der Koppelung kann man ganz bestimmte Rückschlüsse ziehen auf die gegenseitige Lage der einzelnen Chromomeren, in denen die betreffenden Unterschiede lokalisiert sind. Es ist auf diese Weise möglich gewesen, z. B. für die einzelnen Chromosomen von *Drosophila*, gewissermaßen topographische Karten der Lokalisation der einzelnen Rassenunterschiede anzufertigen. Bei wenigchromosomigen Arten, wie z. B. *Drosophila* und auch noch *Hordeum*, ist die Anfertigung einer solchen Karte verhältnismäßig einfach, bei vielchromosomigen Organismen, zu denen z. B. *Antirrhinum* gehört, ist es sehr viel schwieriger.

Nach den Versuchsergebnissen MORGANS und seiner Schüler[1]) trage ich keine Bedenken, mit den vorstehenden Sätzen als Arbeitshypothese zu rechnen, zumal meine Beobachtungen an *Antirrhinum* zu völlig entsprechenden Folgerungen führen.

Bei diesen, wie gesagt, an anderer Stelle zu veröffentlichenden Versuchen mit *Antirrhinum* ist mir nun aufgefallen, daß eigentümliche Dominanzstörungen immer dann auftreten, wenn zwei Sippen gekreuzt werden, die sich durch zwei aber im gleichen Chromomer liegende Faktoren unterscheiden. Das sei im Folgenden an einem Beispiel beleuchtet.

Bei *Antirrhinum majus* liegen z. B., nach den Ergebnissen der Kreuzungsversuche zu schließen die Faktoren $\mathbf{F}\ \underbrace{\mathbf{S\ G}}\ \underbrace{\mathbf{X\ M\ J}\ \mathfrak{A}}$[2]) im gleichen Chromosom, und zwar liegen die durch eine $\smile$ verbundenen Faktoren im gleichen Chromomer, d. h. zeigen untereinander absolute Koppelung. Uns interessieren hier nur die Faktoren **X M J** $\mathfrak{A}$.

X beeinflußt die Verteilung des Anthocyans in der Blüte und in den Blättern in hier nicht näher zu schildernder Weise.

M ist ein Faktor für Verdunkelung der roten Farbe, er wandelt „fleischfarbig“ um in „rot“.

---

1) Ein eingehendes von H. NACHTSHEIM bearbeitetes Sammelreferat über diese, zurzeit in Deutschland meist schwer zugänglichen, Arbeiten, erscheint in Heft 1, Bd. 20, der Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre.

2) Deutsches $\mathfrak{A}$! Ich arbeite mit so vielen Faktoren, daß das lateinische Alphabet nicht ausreicht.

J ist ein Faktor der „ganz gefärbt“ im Gegensatz zu „gestreift“ macht, ii Pflanzen, die ihrer übrigen Formel nach rot sein könnten, sind nur rot gestreift auf gelbem bzw. elfenbeinfarbigem Grunde.

𝔄 ist ähnlich wie F eine Voraussetzung für Anthocyanbildung. 𝔞𝔞-Pflanzen bilden normalerweise kein Anthocyan aus.

Eine Kreuzung von Sippen, die sich in den Faktoren M und J unterscheiden, ergibt folgende Dominanzverhältnisse:

1) Eine Sippe von der Formel X X M M J J 𝔄 𝔄, die außerdem auch alle übrigen Faktoren für rote Farbe aufweist, hat rote Blüten. Eine Sippe von der gleichen Formel aber mit i i hat rot gestreifte Blüten. Der Bastard beider Sippen der also X X M M J i 𝔄 𝔄 als Formel hat, zeigt volle Dominanz von J über i, hat rote Blüten.
2) Eine Sippe von der Formel X X m m J J 𝔄 𝔄, die außerdem die übrigen Faktoren für rote Farbe aufweist, hat fleischfarbige Blüten. Der Bastard dieser Sippe und einer roten Sippe, der X X M m J J 𝔄 𝔄 als Formel hat, zeigt volle Dominanz von M über m, hat rote Blüten.
3) Nach den Ergebnissen von 1) und 2) sollte man nach Analogie mit allem, was man sonst über Dominanz von Faktoren weiß, erwarten, daß ein Bastard zwischen gestreift (X X M M i i 𝔄 𝔄) und fleischfarbig (X X m m J J 𝔄 𝔄) ebenfalls Dominanz von M über m und J über i zeigen sollte. d. h. daß er rot blühen sollte. Das ist aber nicht der Fall, sondern er blüht rot gestreift auf fleischfarbigem Grunde.

Diese merkwürdige Abweichung von der sonstigen Dominanzweise gilt bei *Antirrhinum* ganz allgemein bei Kreuzung zweier Sippen, die in zwei absolut gekoppelten Faktoren verschieden sind.

In Form einer allgemeinen Regel läßt sich diese Gesetzmäßigkeit wohl folgendermaßen ausdrücken:

Wenn irgend eine Eigenschaft, etwa eine bestimmte Färbung, von zwei dominanten Faktoren X und Y abhängt, dann zeigt ein Bastard zwischen zwei Sippen, deren jede nur je einen der beiden Faktoren dominant aufweist (also der Bastard X y × x Y) normalerweise diese betreffende Eigenschaft. Handelt es sich aber um zwei Faktoren, die absolute Koppelung aufweisen, dann zeigt der Bastard die erwartete Eigenschaft nicht, sondern zeigt quasi übereinander die beiden von je einem der beiden Faktoren bedingte Eigenschaften. Für *Antirrhinum* ist das nach dem bisher mir vorliegenden Material, wie gesagt, ein ganz allgemeines Gesetz.

Auf Schlußfolgerungen aus dieser mir theoretisch sehr wichtig erscheinenden Regel möchte ich hier zunächst nicht eingehen. Wenn ich die nackten Tatsachen veröffentliche, so tue ich das nur, um so erfahren zu können, ob auch für andere schon genügend weit untersuchte Organismen diese Regel gilt.

Potsdam, Institut für Vererbungsforschung, 20. 2. 1918.

II. A. Ursprung: Energiekurven des vom Farbstoff grüner Blätter absorbierten Lichtes.

(Mit 4 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 8. März 1918.)

Die Absorptionskurven geben gewöhnlich das Absorptionsvermögen, die Absorptionskonstante oder eine ähnliche Größe. So bedeutet z. B. die allgemein bekannte ENGELMANNsche Absorptionskurve[1]) die vom grünen Blatt absorbierte Energie die auffallende = 100 gesetzt. Es wäre aber oft erwünscht, Kurven zu besitzen, die sich nicht auf die auffallende Energie 100 beziehen, sondern auf jene Energieverteilung, wie sie im Normalspektrum des tatsächlich auffallenden Lichtes vorhanden ist. Das auffallende Licht kann sein 1. direktes Sonnenlicht, das mit der Sonnenhöhe

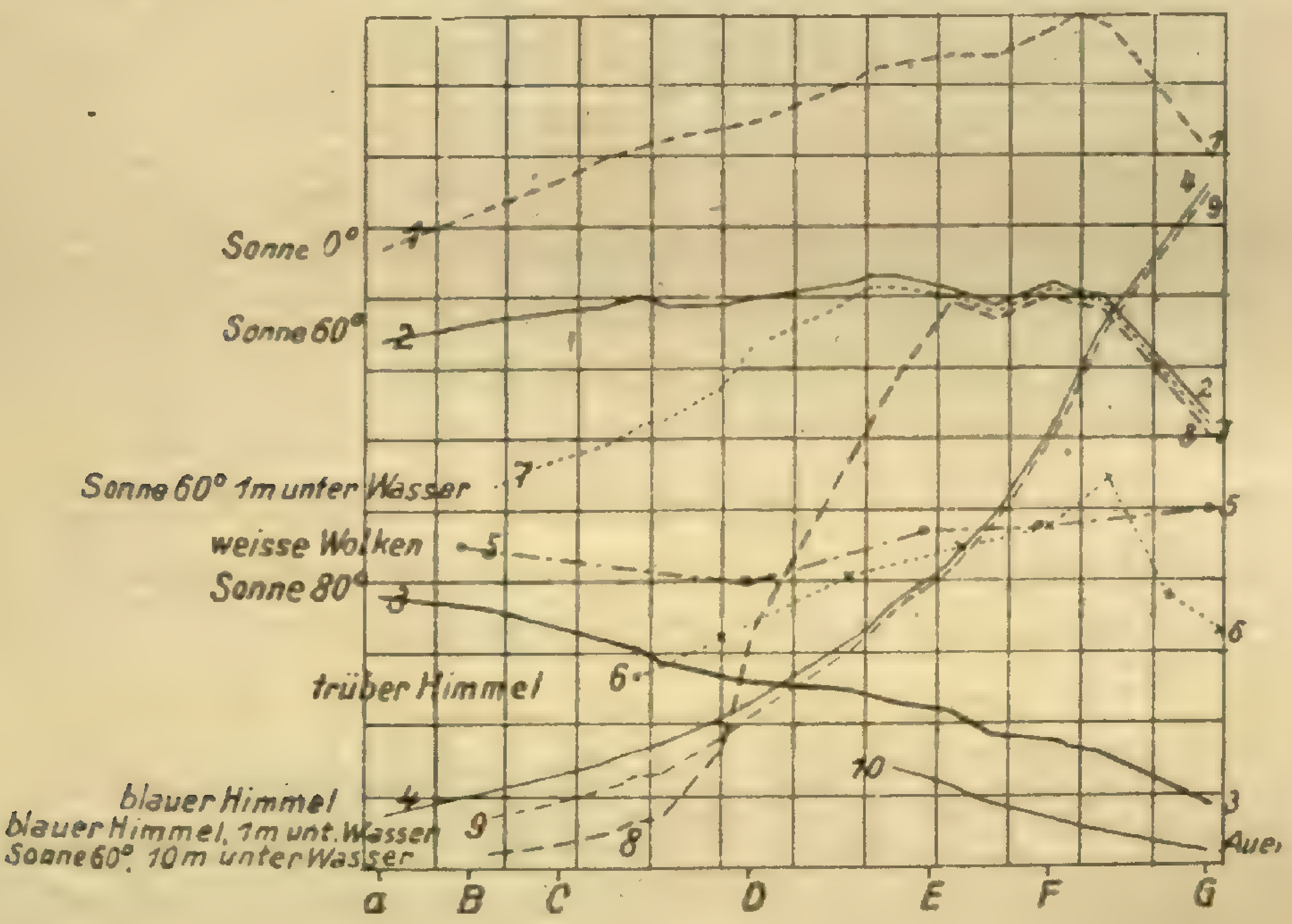


Abb. 1.

---

1) ENGELMANN, Bot. Ztg. 1884

variiert; 2. diffuses Tageslicht, das vom blauen Himmel oder von Wolken stammt; 3. bei submersen Wasserpflanzen Sonnenlicht oder diffuses Tageslicht, das eine Wasserschicht passiert hat.

Die Energiekurven in Abb. 1 geben eine Vorstellung von der wechselnden Zusammensetzung des auffallenden Lichtes; sie sind nur für den sichtbaren Teil des Spektrums eingezeichnet, da der Rest für die Assimilation von untergeordneter Bedeutung ist.

Abb. 1, Kurve 1, Sonne 0° = Intensität der Sonnenstrahlen an klaren Tagen bei Zenithstand der Sonne in Washington, nach ABBOT u. FOWLE1).

„ „ 2, Sonne 60° = Intensität der Sonnenstrahlen an klaren Tagen bei einer Zenithdistanz der Sonne von 60° in Washington, nach ABBOT u. FOWLE1).

„ „ 3, Sonne 80° = Intensität der Sonnenstrahlen an klaren Tagen bei einer Zenithdistanz der Sonne von 80° in Washington, nach ABBOT u. FOWLE1).

„ „ 4, blauer Himmel = Intensität des blauen Himmelslichtes (berechnet nach der Formel von RAYLEIGH2), wobei als auffallende Energie die Kurve von ABBOT u. FOWLE außerhalb der Atmosphäre gewählt ist) unter der Annahme, daß die Gesamtintensität des diffusen Lichtes etwa die Hälfte des direkten Sonnenlichtes bei 60° Zenithdistanz beträgt.

„ „ 5, weiße Wolken = Intensität des von weißen Wolken reflektierten Lichtes nach KÖTTGEN3), basiert auf Sonne 60°. Die Gesamtenergie ist willkürlich gewählt.

---

1) ABBOT and FOWLE, Ann. of the astrophysical observatory of the Smithsonian Institution, II, 1908, Tafel XVI.

2) $\frac{\text{Intens. des zerstreuten Lichtes}}{\text{Intens. des einfallenden Lichtes}} = \frac{c}{\lambda^4}$.

3) KÖTTGEN, Wied. Ann. 53, 1894, p. 809, nach der Zusammenstellung in EDER I, 3, p. 12, die nur die wichtigsten Meßpunkte wiedergibt und beim Auerbrenner nur Mittelwerte.

Abb. 1, Kurve 6, trüber Himmel = Intensität des diffusen Lichtes bei trübem Himmel nach den Angaben von VOGEL[1]), basiert auf Sonne 60 °. Die Gesamtenergie ist willkürlich gewählt.

„ „ 7, Sonne 60 °, 1 m unter Wasser = Intensität der Sonnenstrahlen bei 60° Zenithdistanz 1 m unter Wasser, berechnet nach der Formel $J_1 = J_o\, e^{-kd}$. Werte für k nach AUFSESS[2]).

„ „ 8, Sonne 60 °, 10 m unter Wasser = Intensität der Sonnenstrahlen bei 60 ° Zenithdistanz 10 m unter Wasser.

„ „ 9, blauer Himmel, 1 m unter Wasser = Intensität des blauen Himmelslichtes 1 m unter Wasser.

„ „ 10, Auerbrenner = Intensität der Strahlung des Auerbrenners, nur im Blau eingezeichnet. (Nach KÖTTGEN-EDER[3]).

Mit Hilfe dieser Energiekurven des auffallenden Lichtes und der früher[3]) gegebenen Kurve des Absorptionsvermögens in Prozenten läßt sich nun das vom grünen Farbstoff des lebenden Blattes tatsächlich absorbierte Licht berechnen. Abb. 2 bringt das Resultat in Kurvenform.

In der Sonne zeigt das absorbierte Licht 2 Hauptmaxima, das eine bei BC, das andere bei F. Bei Zenithstand ist Max. F > Max. BC, bei 60 ° Zenithdistanz ist annähernd Max. F = Max. BC, bei 80 ° Zenithdistanz ist Max. F < Max. BC. Je weniger Blau das auffallende Licht enthält, um so undeutlicher wird das F Max., bis es zuletzt verschwindet (vgl. Auerbrenner). Auch die Deutlichkeit der Nebenmaxima nimmt mit sinkender Sonne ab.

Im diffusen blauen Himmelslicht ist die absorbierte Energie gering im langwelligen Teil und steigt mit abnehmender Wellenlänge immer weiter an; BC sinkt zu einem kaum sichtbaren Nebenmaximum herab.

Um die Abbildung nicht zu überladen wurden die Kurven für weiße Wolken und trüben Himmel nicht ausgezogen, sondern nur die Meßpunkte mit ○ und × markiert. Sie nehmen Mittelstellungen ein.

---

[1]) VOGEL, nach PERNTER-EXNER, Meteorol. Optik, p. 588, (1910).

[2]) AUFSESS, Die physikal Eigenschaften der Seen. Die Wissenschaft. Heft 4. p. 74.

[3]) Siehe Fußnote 2 auf der nächsten Seite.

Unter reinem Wasser, das hier allein berücksichtigt wird, ist die Beleuchtung ganz verschieden je nach dem auffallenden Licht und der Wassertiefe. 1 m unter Wasser zeigt die absorbierte Energie, wenn direktes Sonnenlicht (60° Zenithdistanz) auffällt[1]) ein schwächeres Maximum bei BC noch deutlich, 10 m unter Wasser aber nicht mehr, dafür tritt hier das Hauptmaximum bei F außerordentlich stark hervor. Fällt blaues Himmelslicht auf, so steigt die absorbierte Energie vom Minimum im Rot erst ganz langsam, dann steil an.

Für Pflanzen, deren Assimilationskurve mit unserer Absorptionskurve[2]) annähernd sich deckt, läßt sich der Einfluß der Beleuchtung auf die Assimilation direkt aus Abb. 2 ablesen. Die Sichtbarkeit des viel umstrittenen F-Maximums würde hiernach ganz von der Beschaffenheit der Lichtquelle abhängen, mit der Armut des auffallenden Lichtes an Blauviolett sinken und schon im Auerbrenner fehlen. Aus diesem Grunde müßte auch bei derselben Lichtquelle das F-Maximum im Prismenspektrum schwächer sein als im Normalspektrum entsprechend dem Unterschied in der Dispersion. Sehr lehrreich sind in dieser Hinsicht die experimentellen Befunde ENGELMANNs[3]). Er fand bei Grünalgen und *Sphagnum* das F-Maximum am deutlichsten im Normalspektrum der Sonne, weniger deutlich im Prismenspektrum der Sonne und überhaupt nicht mehr im Prismenspektrum von Gaslicht[4]). All das spricht ja sehr dafür, daß die vorausgesetzte annähernde Deckung der Assimilationskurve mit unserer Absorptionskurve bei den grünen Algen in weitgehendem Maße zutreffen dürfte und ich glaube auch, daß sie für den langwelligen Teil des Spektrums tatsächlich vorhanden ist[5]). Dagegen weichen für das Blauviolett die Befunde

---

[1]) Der Reflexionsverlust ist für alle λ gleich gesetzt.

[2]) URSPRUNG, Über die Bedeutung der Wellenlänge für die Stärkebildung. Diese Berichte 1918.

[3]) ENGELMANN, Farbe und Assimilation, Bot. Ztg. 41, 1883

[4]) Dabei ist nicht aus dem Auge zu verlieren, daß für die Assimilation natürlich nur das auf die Chloroplasten fallende Licht in Betracht fällt, das infolge mannigfacher Reflexionen u. Absorptionen durch die Bestandteile der Versuchsanordnung unter Umständen eine wesentlich andere Energiekurve besitzt als die Lichtquelle selbst. In gewissen Fällen können auch vorgelagerte Zellen oder Zellbestandteile bedeutungsvoll werden.

[5]) Man vergleiche auch die Resultate von DANGEARD (C. R. 152, 1911 p. 277), der ähnlich wie MEINHOLD experimentierte und neben dem Hauptmax. bei Bd. I, schwache Nebenmaxima bei Bd. II u. III angibt.

MEINHOLDs[1]) von denen ENGELMANNs ab; die Methoden sind jedoch so verschieden und die Fehlermöglichkeiten besonders bei MEINHOLD so bedeutend, daß nur erneute Versuche Klarheit bringen können. Daß ENGELMANN die kleinen Nebenmaxima nicht fand, ist leicht verständlich, schon weil er in zu großen Intervallen maß, also zu wenig Kurvenpunkte bestimmte; das F-Maximum dagegen ist relativ breit und hoch, kann also auch bei einer roheren Methodik (breite Bezirke, große Intervalle) nicht so leicht entgehen.

Wesentlich anders als bei diesen spaltöffnungsfreien Organismen liegen die Verhältnisse beim Bohnenblatt. Zwar wurde hier zwischen A u. E weitgehende Deckung gefunden und die Lage der Maxima koïnzidierte sogar im ganzen sichtbaren Spektrum, dagegen fiel die Assimilationskurve von E an weiter ab, während die Absorptionskurve wieder ansteigt. Die Assimilation kann also nur von Rot bis Grün direkt aus der Absorptionskurve abgelesen werden; im Blauviolett ist eine starke von Punkt zu Punkt wechselnde Korrektion nötig. Führen wir diese Korrektion für den Bezirk F aus, so ergibt sich schon im Sonnenlicht von 60° Zenithdistanz an dieser Stelle kein Hauptmaximum mehr. Es ist daher nicht zu verwundern, daß ich früher[2]) beim Projizieren des Normalspektrums der Sonne auf das Bohnenblatt kein Maximum der Stärkebildung bei F gefunden habe. Denn zu erwarten ist es ja nur bei hohem Sonnenstande, während ich den ganzen Tag exponierte, also auch bei niederem Sonnenstande arbeitete; dazu gesellen sich Verluste durch Reflexion und Absorption in meinen Apparaten. — In den früheren[2]) Schwärzungskurven, die durch Projektion von diffusem Himmelslicht auf ein Bohnenblatt erhalten wurden, tritt die — im Verhältnis zur Sonne — größere Bedeutung des Blau deutlich hervor. Im übrigen sind jene Resultate aus den Kurven der Abb. 2 schwer zu beurteilen. Einmal mußte ich damals im Prismenspektrum arbeiten, es kommt also zu der einen Korrektion (Spaltöffnungen) noch eine zweite (Dispersion), im gleichen Sinne verlaufende; ferner war das auffallende Licht während dieser 9-stündigen Experimente wesentlichen Schwankungen unterworfen (vgl. die Kurven 4, 5, 6, die alle in Betracht kommen können), die sich noch schwieriger in Rechnung ziehen lassen als beim direkten Sonnenlicht.

---

1) MEINHOLD, Beitr. z. Physiologie der Diatomeen. Diss. Halle 1911.

2) URSPRUNG, Über die Stärkebildung im Spektrum. Diese Berichte 1917, p. 49, Kurve 54 u. 81.

Auf 2 Ursachen für einen abweichenden Verlauf der Absorptionskurve sei noch hingewiesen. Wie wir früher[1]) sahen, kann das BC-Maximum bei entsprechender Verbreiterung des Kollimatorspaltes stark gegen Gelb rücken; so fand es DONATH bei λ 638 und an derselben Stelle wäre dann auch das Assimilationsmaximum zu erwarten, sofern die beiden Kurven sich decken.

Bekannt ist die Differenz zwischen der primären und sekundären Assimilationskurve, die in dem Versuche ENGELMANNs mit *Cladophora*[2]) so deutlich zum Ausdruck kommt. Abb. 3 gibt für direktes Sonnenlicht (60 ° Zenithdistanz) und für den Auerbrenner die primäre und sekundäre Absorptionskurve. Die primären Kurven 2 (Sonne) und 10 (Auer) geben die in einem oberen Chloroplasten absorbierte Energie, die sekundären Kurven 2^1 (Sonne) und 10^1 (Auer) geben die in einem darunterliegenden Chloroplasten absorbierte Energie unter der Annahme, daß der hintere Chloroplast nur von Licht getroffen wird, das den vorderen passiert hat. In beiden Fällen zeigt die sekundäre Kurve da ein Minimum, wo die primäre ein Hauptmaximum aufweist und umgekehrt entspricht jedem Hauptminimum der Kurve 2 ein Maximum in der sekundären. So kommt es, daß in Kurve 2^1 die Hauptmaxima ins Grün und

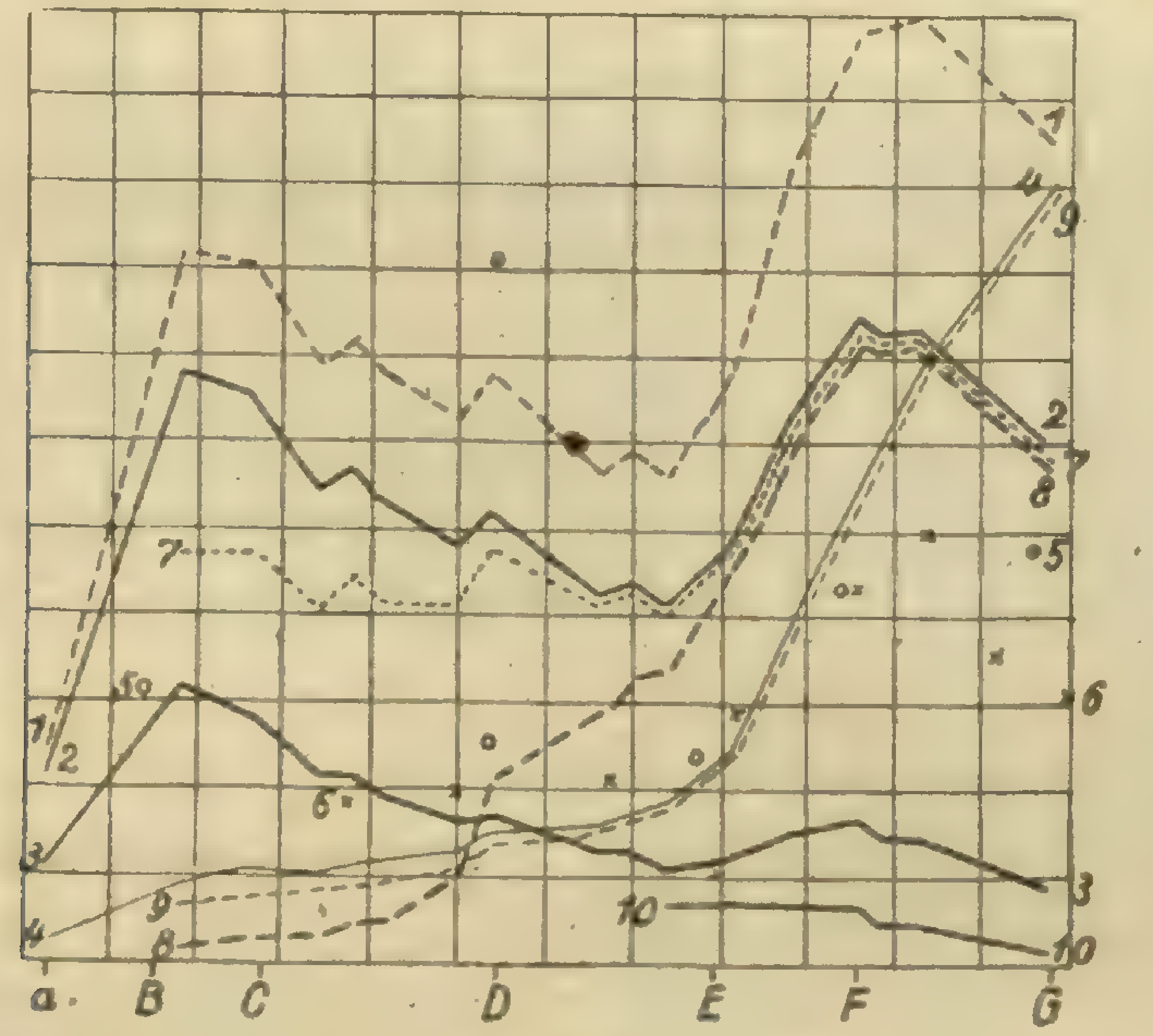


Abb. 2.

---

[1]) URSPRUNG, Über die Absorptionskurve des grünen Farbstoffes lebender Blätter. Diese Berichte 1918.

[2]) Vgl. JOST, Vorlesungen, 3. Aufl., p. 167.

ins äußerste Rot verschoben sind, und daß in Kurve 10^1 das stärkste Maximum im äußeren Rot liegt. Damit decken sich — soweit das bei der Verschiedenheit der Verhältnisse zu erwarten ist — die Erfahrungen von ENGELMANN und mir. Nach Vorschalten einer Chlorophyllösung fand ich im Osramlicht das Maximum der Stärkebildung links von BC1)). Daß ENGELMANN — selbst bei Benutzung derselben Sonnenstrahlung — das Maximum nicht der Abb. 2^1 entsprechend bei E finden konnte, ist klar, wenn (der Chromatophor ist durchbrochen) die Rückseite auch weißes Licht erhält. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß Abb. 3 auf das Normalspektrum sich bezieht, die Versuche aber gewöhnlich im Prismenspektrum ausgeführt werden. Ein anderes Verhalten als ENGELMANNs *Cladophora* zeigten meine Blätter; während ENGELMANN das Assimilationsmaximum auf der Rückseite der *Cladophora* an anderer Stelle fand als auf der Vorderseite, konnte ich beim Bohnenblatt keinen deutlichen Unterschied zwischen Vor- und Rückseite feststellen. Das Palisadengewebe ist eben kein homogener grüner Schirm und das Schwammparenchym erhält offenbar viel mehr weißes Licht als die Rückseite der *Cladophora*.

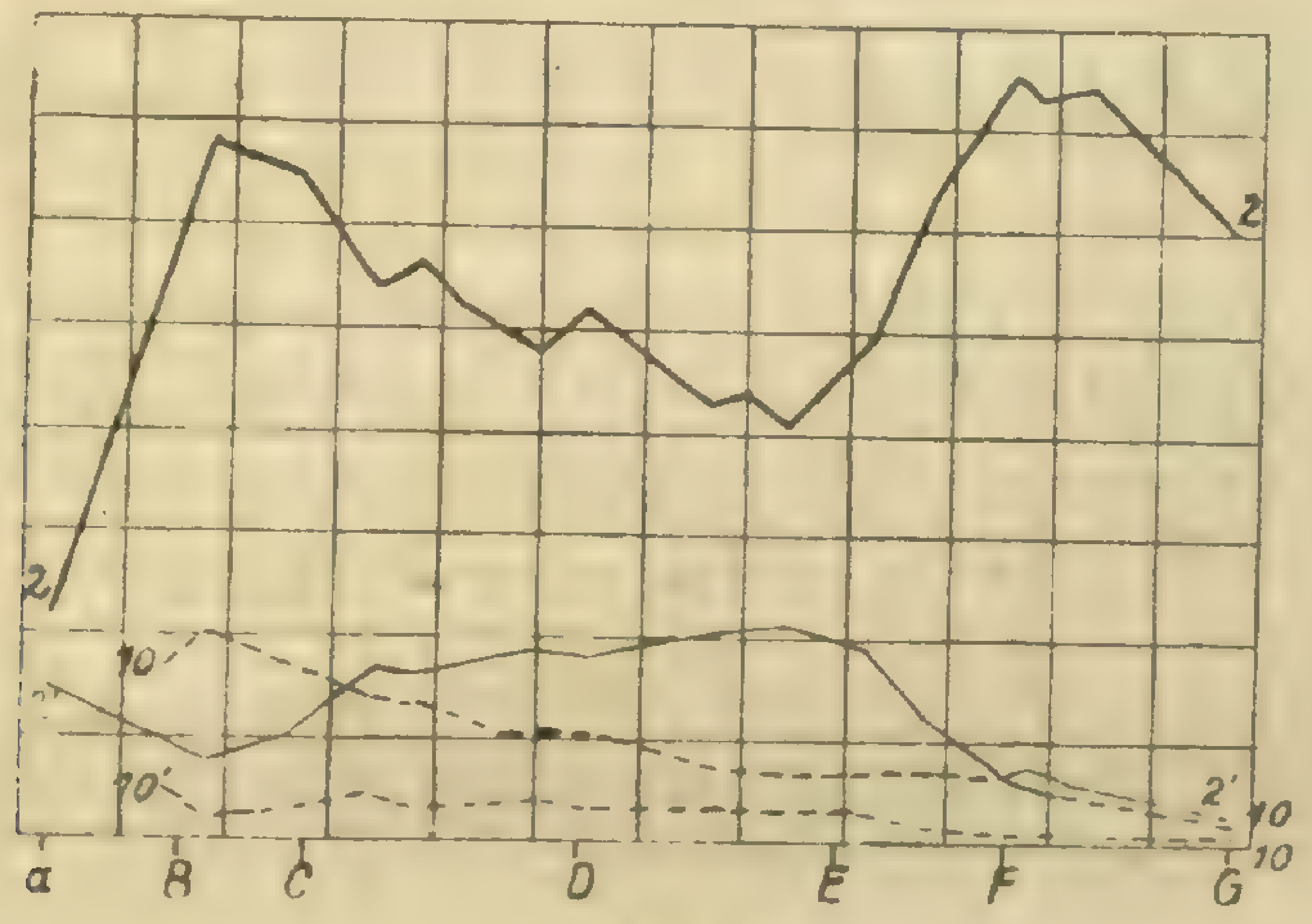


Abb. 3.

Endlich sei noch darauf hingewiesen, daß die starke Differenz im Blauviolett zwischen der Bohne einerseits und den spaltöffnungsfreien Pflanzen andererseits natürlich nur für monochromatisches Licht gilt. In der Natur liegt stets ein Gemisch vor, und selbst im ungünstigsten Falle, im reinen blauen Himmelslicht, sind dem Blauviolett noch rotgelbe Strahlen beigemengt, welche die Wirkung des reduzierenden Faktors abschwächen.

---

1) URSPRUNG, Über die Stärkebildung im Spektrum. Diese Berichte 1917, Taf. I, Nr. 39.

Beziehungen zwischen der Strahlung die auf das Chlorophyllkorn auffällt und von ihm absorbiert wird.

Die Chlorophyllkörner arbeiten hinter einem mehr oder weniger mächtigen Wasserschirm. Einmal enthält die Atmosphäre in variabler Menge Wasser in Form von Dampf, von Tröpfchen (Nebel, Wolken) oder Eis (Eiswolken). Wasser führen ferner die zwischen Chlorophyllkorn und Außenwelt befindlichen Zellen oder Zellpartien, vornehmlich der Zellsaft. Besonders mächtig ist der Wasserschirm bei submersen Pflanzen. Das Absorptionsvermögen des Wassers steigt nun von B gegen Ultrarot steil an (vgl. Abb. 4, Kurve w), während das Absorptionsvermögen des grünen Blattfarbstoffes von B gegen Ultrarot steil abfällt[1]) (vgl. Abb. 2, Kurve 1 u. 2 und besonders eine frühere Arbeit[2]). Dieses entgegengesetzte Verhalten der beiden Kurven scheint sich sogar auf feinere Details im Sichtbaren und Ultrarot auszudehnen. Unter den Absorptionsbanden des Sonnenspektrums, die dem Wasserdampf der Atmosphäre zugeschrieben werden, ist am bekanntesten die sog. Regenbande (ca. λ 605—585), die sich annähernd mit dem Nebenminimum unserer Absorptionskurve links von D deckt. Auf den Wasserdampf werden ferner zurückgeführt die Banden bei 660—640,

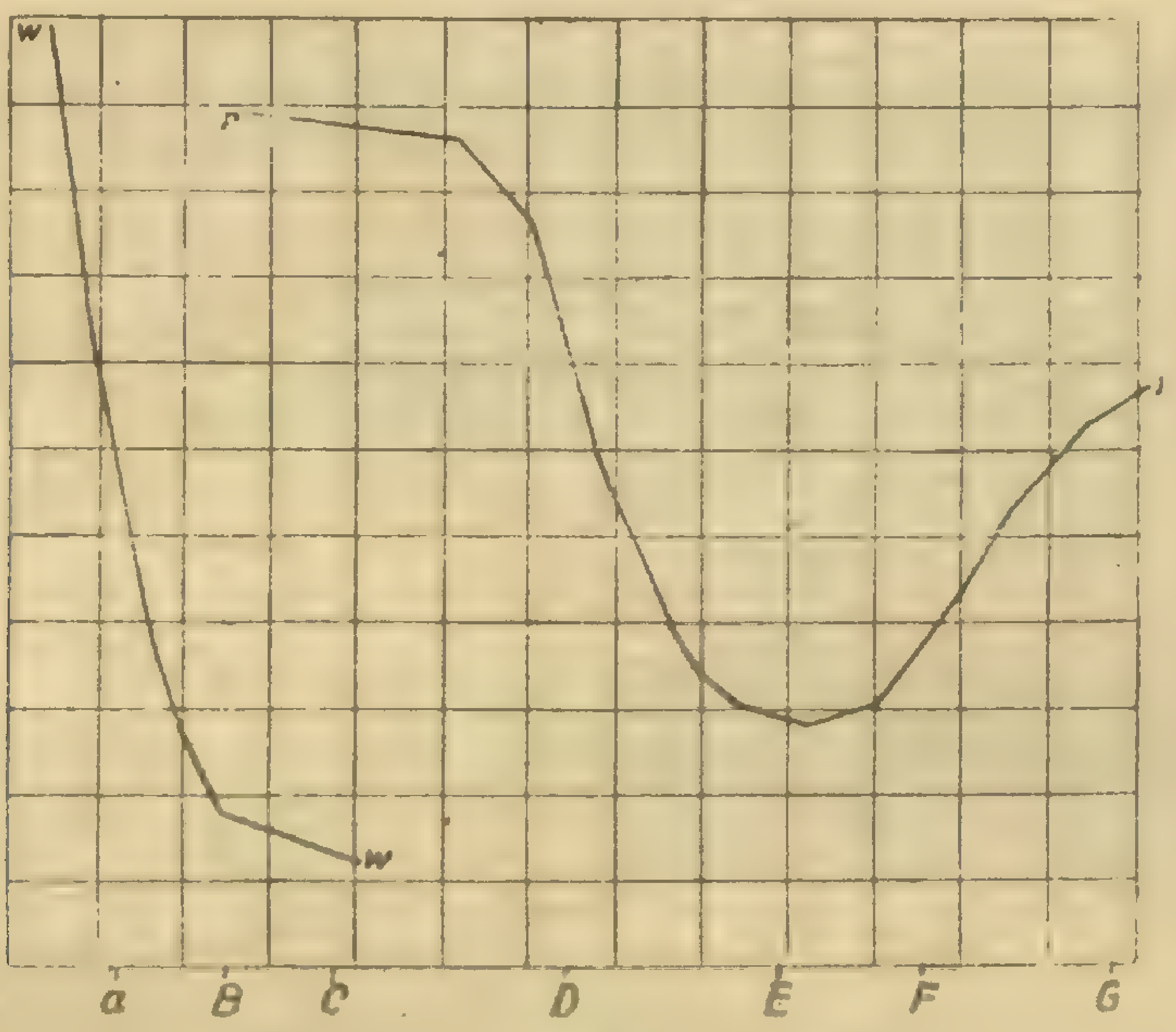


Abb. 4.

---

[1]) Es ist bemerkenswert, daß auch bei den braunen, roten u. blaugrünen Algen die ENGELMANNschen Absorptionskurven von B an steil abfallen.

[2]) URSPRUNG, Über die Bedeutung der Wellenlänge für die Stärkebildung. Diese Berichte, 1918, Taf. I, Fig. 1.

578—566, 548—538; ihnen entsprechen die Nebenminima unserer Absorptionskurve rechts von C, rechts von D und links von E[1]). Selbst im Ultrarot, wo das Absorptionsvermögen des Farbstoffes doch gering ist, scheinen die Bezirke, in denen reines Chlorophyll (nach VAN GULIK) absorbiert, ungefähr auf Stellen zu fallen, an denen Wasser oder Wasserdampf durchlässiger sind[2]).

Ein zweiter Schirm, der das auffallende Licht zwar nicht immer, aber doch häufig dämpft, ist der rote Farbstoff des Zellsaftes. Abb. 4, Kurve r gibt — für eine rote Epidermiszelle eines Blattes der Blutbuche — das durchgelassene Licht in Prozenten des auffallenden[3]). Das Minimum der Durchlässigkeit fällt annähernd zusammen mit dem entsprechenden Minimum der Absorption durch das Chlorophyllkorn.

Ich hielt es für geboten, auf diese Punkte aufmerksam zu machen, da ich sie nirgends erwähnt fand und da sie mir das Verständnis der Absorptionskurve zu fördern scheinen.

Indem Ultrarot, äußerstes Rot und Grün für die Absorptionsminima reserviert sind, bleibt für die Maxima nur noch die rotgelbe Partie von B an und das Blauviolett übrig. Bekanntlich finden sich 2 Maxima, das eine bei BC, das andere im Violett; es sind das — worauf eben STAHL[4]) hinwies — jene Stellen, die bei schwachem Licht — tiefstehende Sonne, blauer Himmel — am meisten Energie enthalten. Die starke Absorption im Rot erscheint daher besonders wichtig für die Assimilation im direkten Sonnenlicht am Morgen und Abend, sowie bei Polarpflanzen[5]); sie kann aber auch bei bewölktem Himmel von Bedeutung sein (vgl. Abb. 1, Kurven 3 u. 5). Die starke Absorption im Violett und Blau ist besonders wichtig für die submersen Gewächse (Abb. 1, Kurven 7, 8 u. 9), sowie für jene Landpflanzen, die kein direktes Sonnenlicht erhalten (Abb. 1, Kurven 4, 5 u. 6). Es ist aber ferner zu bedenken, daß auch an günstig gelegenen Standorten die wirkliche Sonnenscheindauer nur einen Bruchteil der möglichen ausmacht, z. B. für die britischen Inseln 30 pCt., Deutschland 38 pCt., Italien 52 pCt., Kairo 69 pCt.; in den regenreichen Teilen der Tropen nimmt die wirkliche Sonnenscheindauer wieder ab z. B. Phu Lien (Tonkin) 36 pCt. Ähnliches gilt für hohe Berge, z. B. Sonnenblick

---

[1]) KAYSER, Handbuch der Spektroskopie, III, p. 347.

[2]) KAYSER, III u. WINKELMANN, III, p. 357.

[3]) Nach ENGELMANN, Die Farben bunter Laubblätter etc. Bot. Ztg. 1887.

[4]) STAHL, Zur Biologie des Chlorophylls. 1909.

[5]) In der Natur erhält das Blatt natürlich neben dem direkten Sonnenlicht zugleich auch diffuses Licht.

34 pCt. gegen mehr als 40 pCt. in der Niederung; für den Gipfel des Ben Nevis in Schottland finden sich bei HANN sogar nur 16 pCt. angegeben. Allbekannt ist das Zurücktreten der direkten Sonnenstrahlung für die Polarländer.

Schon früher[1]) wies ich darauf hin, daß die grüne Färbung des Blattes auch eine günstige Beeinflussung des Reflexionsvermögens im Gefolge haben könnte. Es müßte das vornehmlich für solche Blätter von Vorteil sein, die im Innern des Waldes assimilieren; denn daß dieses reflektierte Licht — zusammen mit dem durchgehenden — kein zu vernachlässigender Faktor ist, geht aus dem relativen Reichtum an grünen Strahlen hervor, den KNUCHEL[2]) im diffusen Licht des Waldesinnern gefunden hat. Bei der schwachen Absorption des Grün ist das ganze ja nur von sekundärer Bedeutung, verdient aber doch immerhin der Erwähnung. Natürlich wäre beim Blatt der Einfluß der Farbe auf das Reflexionsvermögen experimentell zu prüfen.

Wenn die spaltöffnungsführenden und spaltöffnungsfreien Pflanzen ganz allgemein jene Differenzen zeigen sollten, die wir zwischen Bohnenblättern einerseits, Algen etc. andererseits gefunden haben, so würde daraus folgen, daß die submersen Wasserpflanzen das blaue Himmelslicht besser ausnützen als die spaltöffnungsführenden Landpflanzen. Da die submersen Wasserpflanzen cet. par. überhaupt weniger Licht zugeführt erhalten, so wäre die bessere Ausnutzung einleuchtend.

STAHL ging aus von dem ebenso einfachen wie einleuchtenden Leitgedanken: der Blattfarbstoff soll eine solche Absorptionskurve besitzen, daß schwaches Licht möglichst vollständig ausgenützt und zugleich eine Schädigung durch zu starkes Licht möglichst vermieden wird. Wir sahen, daß die Absorptionskurve besonders weitgehend mit den verschiedenen Energiekurven schwachen Lichtes harmoniert, wenn wir nur jenes Licht berücksichtigen, das tatsächlich auf die Chlorophyllkörner fällt. — Eine zu starke Bestrahlung kann entweder infolge des Übermaßes an Licht oder wegen zu starker Erwärmung schädlich werden. Gegen diese Gefahren ist natürlich nur mit solchen Mitteln anzukämpfen, welche die Existenz der Schatten- und Wasserpflanzen, sowie die Assimilation bei trübem Wetter nicht in Frage stellen. Das läßt sich erfahrungsgemäß durch die geringe Absorption im Ultrarot und

---

[1]) URSPRUNG, Über Stärkebildung im Spektrum. Diese Berichte, 1917, p. 68.

[2]) KNUCHEL, Spektrophotometrische Untersuchungen im Walde. Mitt. d. schweiz. Centralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen. 9, 1914, p. 47.

Grün erreichen. STAHLs Angaben bedürfen hier einer kleinen Korrektur. Einmal macht das Ultrarot nur bei tiefstehender Sonne, wo keine Schädigung mehr zu befürchten ist, 80 pCt. der Gesamtstrahlung aus (vgl. die Kurven von ABBOT und FOWLE) bleibt aber doch meist beträchtlich über 50 pCt. Ferner rückt, worauf schon IWANOWSKI[1]) hinwies, das Energiemaximum bei intensivstem Sonnenlicht nicht nur ins Grün, sondern ins Blau und zuletzt sogar ins Violett; aber das Grün bleibt immerhin äußerst stark.

Ob sich, wie PRINGSHEIM[2]) meint, die Assimilationskurve grüner Algen besser mit der Absorptionskurve der rein grünen Pigmente deckt, lasse ich dahingestellt, da eine Nachprüfung der MEINHOLDschen Befunde noch aussteht.

Das Ultraviolett konnte bei diesen Betrachtungen übergangen werden. Einmal gelangt nur ein kleiner Bezirk von geringer Intensität auf die Erdoberfläche; zudem ist die Absorptionskurve unserer Farbstoffe für Ultraviolett erst ungenügend bekannt und eine Anpassung an Strahlen, die nicht zur Verfügung stehen, überhaupt nicht zu erwarten.

Daß bei der Erklärung der Blattfarbe noch vieles andere berücksichtigt werden muß, ist selbstverständlich; ich möchte jedoch hierauf nicht näher eingehen, sondern mich auf diese wenigen Bemerkungen beschränken, die sich aus dem Vorhergehenden direkt ergaben.

---

1) IWANOVSKI, Ein Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls. Diese Berichte 1914, p. 433.

2) E. G. PRINGSHEIM, Bemerkungen zu IWANOWSKIs etc. Diese Berichte, 1915, p. 379.

12. A. Ursprung: Ueber das Vorhandensein einer photochemischen Extinktion beim Assimilationsprozeß

(Mit 2 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 8. März 1918.)

Bei der Assimilation des CO_2 in der grünen Pflanze wird strahlende Energie der Sonne in chemische Energie umgewandelt. Wirksam können natürlich nur Strahlen sein, die das Blatt absorbiert und ebenso klar ist, daß das zur chemischen Arbeitsleistung verbrauchte Licht als solches verschwinden muß. Lassen wir nun dieselben Strahlen auf 2 genau gleiche Blätter fallen, von denen das eine assimiliert, das andere nicht, so wird nur im ersten Fall strahlende Energie in chemische umgewandelt. Diese zur Assimilation verbrauchte Energiemenge muß vom assimilierenden Blatt absorbiert werden, kann also nicht auf eine hinter dem Blatt aufgestellte Thermosäule fallen. Wie verhält es sich beim nicht assimilierenden Blatt? A priori sind 2 Möglichkeiten vorhanden. Entweder tritt die betr. Lichtmenge durch das Blatt hindurch und fällt auf die Thermosäule, oder sie wird auch vom nicht assimilierenden Blatt absorbiert und nur nicht in chemische Energie, sondern in eine andere Energieform umgewandelt. Welche von diesen beiden Möglichkeiten zutrifft, kann man entweder aus dem Verhalten ähnlicher Erscheinungen oder aber direkt experimentell zu entscheiden versuchen.

Theoretisches.

Die grundlegenden Versuche führten BUNSEN u. ROSCOE[1]) im Jahre 1857 aus. Sie fanden, daß das Licht stärker geschwächt wird, wenn es eine Schicht Chlorknallgas passiert, als wenn es die gleiche Schicht reinen Chlors durchstrahlt. Ihre Deutung dieses Versuches, in dem nur das Chlor lichtabsorbierend wirkt, ist die folgende: Im reinen Chlor erfolgt eine rein optische Extinktion, deren Wirkung als Erwärmung des Gases auftritt. Im Chlorknallgas ist die Absorption stärker, weil Energie zur Leistung chemischer Arbeit — Bildung von Chlorwasserstoff — verbraucht wird; zur optischen Extinktion gesellt sich hier noch eine weitere, die BUNSEN u. ROSCOE als die „photochemische Extinktion" bezeichneten.

---

[1]) BUNSEN u. ROSCOE, Photochemische Untersuchungen. IV. Optische und chemische Extinction der Strahlen. Pogg. Ann. **101**, 254.

Aber noch vor der Publikation der später zu besprechenden Arbeit DETLEFSENS erfuhr der eben erwähnte Versuch eine wesentlich andere Deutung. Wenn bei einer photochemischen Reaktion wirklich Arbeit geleistet wird, so muß nach BUNSEN u. ROSCOE eine photochemische Extinktion erfolgen, nach E. PRINGSHEIM[1]) aber nicht. Seiner Meinung nach kann das Licht sehr wohl so auf das Chlorknallgas einwirken, daß dasjenige Licht, welches in den Chlormolekülen (optisch) absorbiert wird, bei Fehlen von Wasserstoff lediglich als Wärme zum Vorschein kommt, bei Anwesenheit von Wasserstoff aber die chemische Veränderung hervorbringt. Selbst wenn im Chlorknallgas eine photochemische Extinktion vorhanden wäre, so würde sie nach PRINGSHEIM ganz anders zu erklären sein. Er faßt sie einfach auf als Absorption von Zwischenprodukten, so daß also die photochemische Extinktion gar nicht die Ursache, sondern die Folge der chemischen Veränderung wäre.

OSTWALD[2]) verhält sich in seinem Lehrbuch mehr referierend; daß er aber die Annahme einer photochemischen Extinktion für durchaus berechtigt hält folgt auch aus Referaten in der Zeitschrift für physikal. Chemie. NERNST schreibt in der 2. Auflage seiner theoretischen Chemie von der photochemischen Extinktion, sie „war zu erwarten"[3]), in der letzten Auflage vom Jahre 1913 dagegen „scheint" sie nur noch „möglich"[4]). Diese Änderung dürfte vornehmlich auf die Untersuchungen von BURGESS und CHAPMAN[5]) zurückzuführen sein, die bei Wiederholung des BUNSENschen Versuches mit besserer Methodik zeigen konnten, daß eine photochemische Extinktion in der von BUNSEN u. ROSCOE angegebenen Größenordnung nicht existiert; sie ist entweder so klein, daß sie innerhalb der Fehlergrenzen des Versuches liegt oder sie fehlt ganz. Die Energie, welche die chemische Umsetzung im Chlorknallgas bewirkt, stammt nach BURGESS u. CHAPMAN von dem Lichte, das vom feuchten Chlor absorbiert wird. Bei einer Durchsicht der photochemischen Literatur fand ich noch verschiedene Fälle, wo vergeblich nach einer photochemischen Extinktion gesucht worden ist. Soweit ich sehe, handelt es sich aber überall um exothermische Reaktionen; die Kohlensäureassimilation stellt aber einen endothermischen Vorgang dar und ein solcher scheint bisher von den Physikochemikern auf das Vorhandensein einer photochemischen Extinktion überhaupt nicht geprüft worden zu sein.

---

[1]) E. PRINGSHEIM, Über die chemische Wirkung des Lichtes auf Chlorknallgas. Wied. Ann. N. F. **32**, 1887, p. 384.

[2]) W. OSTWALD, Lehrb. d. allg. Chemie, II, 1, p. 1057, 1903.

[3]) W. NERNST, Theoretische Chemie, 2. Aufl., 1898, p. 683.

[4]) W. NERNST, Theoretische Chemie. 7. Aufl., 1913, p. 808.

[5]) BURGESS and CHAPMAN. The interaction of Chlorine and Hydrogen. Journ. of the chem. Soc. 1906, Vol. 89, Part. II, p. 1425.

Die Versuche von Detlefsen.

DETLEFSEN[1]) ist der erste und bisher einzige, der die photochemische Extinktion beim Assimilationsprozeß zu messen versuchte. Nach dem Urteil von CZAPEK[2]) hat DETLEFSEN „den experimentellen Nachweis erbracht, daß die von einem assimilierenden Blatte absorbierte Lichtmenge größer ist als jene Lichtmenge, welche dasselbe Blatt in derselben Zeit in kohlensäurefreier Luft unter Ausschluß der Assimilation absorbiert“ PFEFFER[3]) führt DETLEFSENS Resultate an, sagt aber in einer Anmerkung, die Versuche seien „nicht ganz einwandsfrei“; ähnlich drückt sich JOST[4]) aus.

Bevor wir uns zu einer eingehenderen Kritik der Arbeit DETLEFSENS wenden, sei auf ein Versehen bei Bewertung der Resultate hingewiesen. Bei Erwähnung des Prozentsatzes der auffallenden Sonnenenergie, der zur Assimilation verbraucht wird, pflegt man vielfach die indirekt (aus der Verbrennungswärme der Assimilate und aktinometrischen Messungen) und direkt (DETLEFSEN) erhaltenen Werte zu vergleichen um eine befriedigende Übereinstimmung zu konstatieren. Dabei wird übersehen, daß die beiden Werte gar nicht ohne weiteres vergleichbar sind. Die indirekte Methode gibt nämlich an wie viel Prozent der Gesamtstrahlung der Sonne verbraucht werden; bei DETLEFSEN ist aber die Hauptmasse des Ultrarot durch eine 15 cm dicke Alaunlösung absorbiert, so daß die Zahlen ungefähr angeben, wie viel Prozent der sichtbaren Strahlung der Sonne verbraucht werden. Angenommen, es sei auf dem direkten und indirekten Wege je 1 pCt. gefunden worden, so decken sich diese Resultate natürlich nicht. Das Verhältnis der sichtbaren Strahlung zur Gesamtstrahlung der Sonne ist keine konstante Größe; einmal ist die Begrenzung des sichtbaren Bezirkes etwas willkürlich, vor allem aber variiert das Verhältnis je nach der Sonnenhöhe, der Witterung und je nachdem wir es auf Meeresniveau, auf einen hohen Berg oder gar auf einen Punkt außerhalb der Atmosphäre beziehen (LANGLEY, ABBOT und FOWLE). Nehmen wir an es sei bei DETLEFSEN $\frac{\text{sichtbare Strahlung}}{\text{Gesamtstrahlung}} = \frac{40}{100}$, so macht 1 pCt. der sichtbaren Strahlung nur 0,4 pCt. der Gesamtstrahlung aus.

---

[1]) E. DETLEFSEN, Die Lichtabsorption in assimilierenden Blättern. Arb. d. bot. Inst. Würzburg, III, p. 584, 1888.

[2]) F. CZAPEK, Biochemie der Pflanzen. 2. Aufl., I, p. 617, 1913.

[3]) W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., I, p. 332, 1897.

[4]) L. JOST, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3. Aufl., p. 170, 1913.

An DETLEFSENS Arbeit fällt vor allem die geringe Zahl von Messungen auf.

Für das *Urtica*blatt in kohlensäurehaltiger Luft z. B. liegt nur eine einzige Messung vor, so daß man sich über die Zuverlässigkeit des betreffenden Wertes gar kein Urteil bilden kann. Wo das aber möglich ist, ergibt sich das erstaunliche Resultat, daß die Versuchsfehler meistens größer sind als der zu messende Betrag.

Versuchsblatt	Bei der Assimilation verbrauchtes Licht	Versuchsfehler
Urtica . . .	0,9	0.99
Humulus . .	0,32	bis 1.45
Asarum . .	1,07	bis 1.07

Man vergleiche hierzu die nebenstehende Tabelle, welche für die drei Versuchspflanzen *Urtica*. *Humulus* und *Asarum* das bei der Assimilation verbrauchte Licht enthält in Prozenten des auffallenden und in der gleichen Einheit ausgedrückt die Versuchsfehler. Hieraus folgt, daß die Versuche DETLEFSENS auf die gestellte Frage keine brauchbare Antwort geben können.

Der Hauptfehler liegt jedenfalls in der Inkonstanz der Lichtquelle. (Sonne und Heliostat mit Handregulierung.) Die Lichtintensität zur Zeit des Versuches berechnete DETLEFSEN aus Intensitätsmessungen vor- und nachher, unter der Voraussetzung, daß die Sonnenstrahlung während dieser Zeit stets genau gleichmäßig abnahm. Wie wenig diese Voraussetzung erfüllt war, zeigen die folgenden Angaben beim *Asarum*versuch:

Zeit	Auffallendes Licht
$1^h 45$	1856,6
$2^h 25$	1220,0
$2^h 42$	1344,6

Um mit einer so variabeln Lichtquelle zuverlässige Resultate zu erhalten, muß die Intensität des auffallenden Lichtes während der ganzen Versuchsdauer kontrolliert werden; zum Mindesten hätte die Anzahl der Messungen sehr stark erhöht werden sollen. Beides unterblieb. — Auf die Störung durch das Kondenswasser, das sich auf der Wand der Küvette niederschlägt, die das Blatt enthält, werden wir später zurückkommen.

Nach Erwähnung dieser Hauptpunkte kann ein Eingehen auf Details um so eher unterbleiben, als ein Vergleich mit der eigenen Versuchsanordnung zeigt, wo weitere Änderungen für nötig erachtet wurden.

Eigene Versuche.

Vor allem war eine absolut konstante Lichtquelle von genügender Stärke nötig. Dazu diente die schon früher benutzte Projektions-Osramlampe O (vgl. Abb. 1), die von einer Akkumulatorenbatterie gespeist wurde. Die Versuche führte ich zu einer Zeit aus, wo ich allein an die Batterie angeschlossen war; zudem wurde der Strom ununterbrochen mit einem empfindlichen Voltmeter V kontrolliert, an dessen Skala durch Lupenablesung die geringsten Schwankungen sichtbar waren. Mit Hilfe eines regulierbaren Widerstandes R brachte ich den Strom auf die bei jedem Versuch angegebene Stärke[1]. Alle Messungen, bei denen ich die geringste Inkonstanz des Stromes beobachtete, wurden verworfen. Zur Energiemessung diente eine Vakuumthermosäule T_s mit Quarzfenster, die nach den von JOHANSEN (Wied. Ann. **33**, p. 517, 1910) entwickelten Prinzipien konstruiert war. Thermoelemente aus Wis-

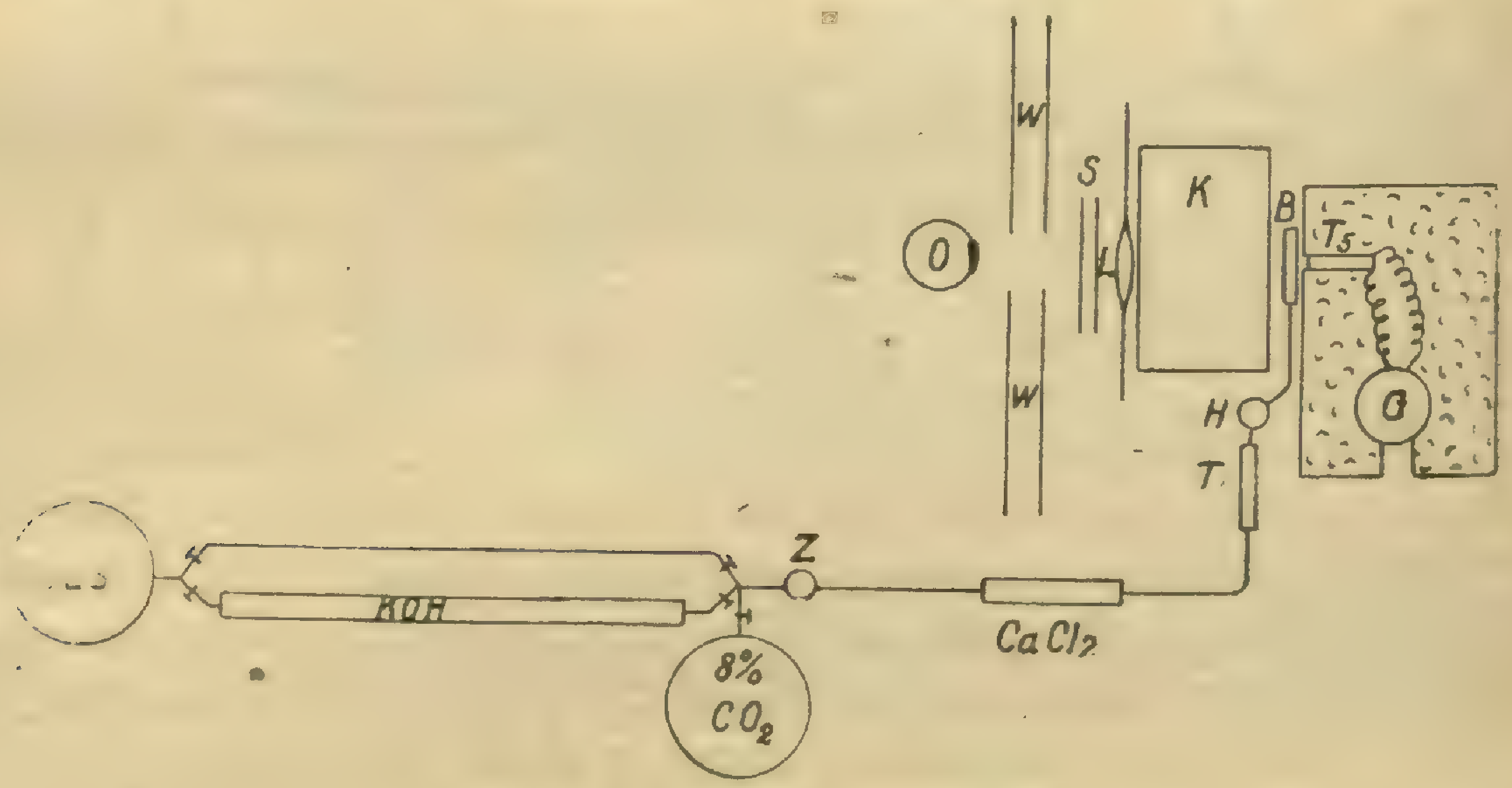


Abb. 1. Versuchsanordnung.

---

[1] Die Zuleitungsdrähte zur Lampe O, dem Voltmeter V und dem Widerstand R sind in der Skizze (Abb. 1) nicht angegeben.

muth-Silber. Empfindliche Fläche 20 mm lang, 1,5 mm breit. Anzahl der Lötstellen 10. Widerstand ca. 2,8 Ohm. Als Galvanometer diente ein empfindliches Drehspulengalvanometer G von SIEMENS & HALKSKE mit geringem Widerstand (9,6 Ohm)[1]. Es steht zitterfrei auf Wandkonsole und ist mit der Thermosäule in einen mit Watte gefüllten Holzkasten eingeschlossen, der nur die zur Bestrahlung und Ablesung (Fernrohr F mit Skala Sk) nötigen Öffnungen enthält. Instrumente und Leitung sind dadurch ausreichend isoliert. Wenige Millimeter vor der Thermosäule befindet sich die völlig gasdichte Küvette B aus reinem, weißem Spiegelglas mit planparallelen Wänden (Lumen 9 cm hoch, 8 cm breit, 1 cm tief). In die Küvette sind von unten her 2 entsprechend gekrümmte Glasröhrchen r_1 u. r_2 (Abb. 2a) eingekittet zur Zu- und Ableitung der Gase. Unter die Küvette läßt sich eine leicht auswechselbare Schale sch schieben, die mit KOH- bzw. $CaCl_2$-Lösung gefüllt wird und die Küvette nach unten abschließt. Das Versuchsblatt b gelangt zwischen 2 dünne kongruente Holzrähmchen h_1 u. h_2 (Fig. 2a u. 2b), die in der Mitte je eine kreisförmige Öffnung von $2^1/_2$ cm Durchmesser für die Spreite und anschließend eine Rinne für den Stiel enthalten. An den 4 Ecken des einen Rähmchens sind Stifte eingekittet, die in Löcher des andern Rähmchens passen. Das eine Rähmchen trägt außerdem 2 vorspringende Federn f (Fig. 2b; in 2a nicht angegeben), die so gebogen sind, daß die Rähmchen in die Küvette sich einschieben lassen, dort aber durch Reibung ausreichend halten. Die Spreite b, die natür-

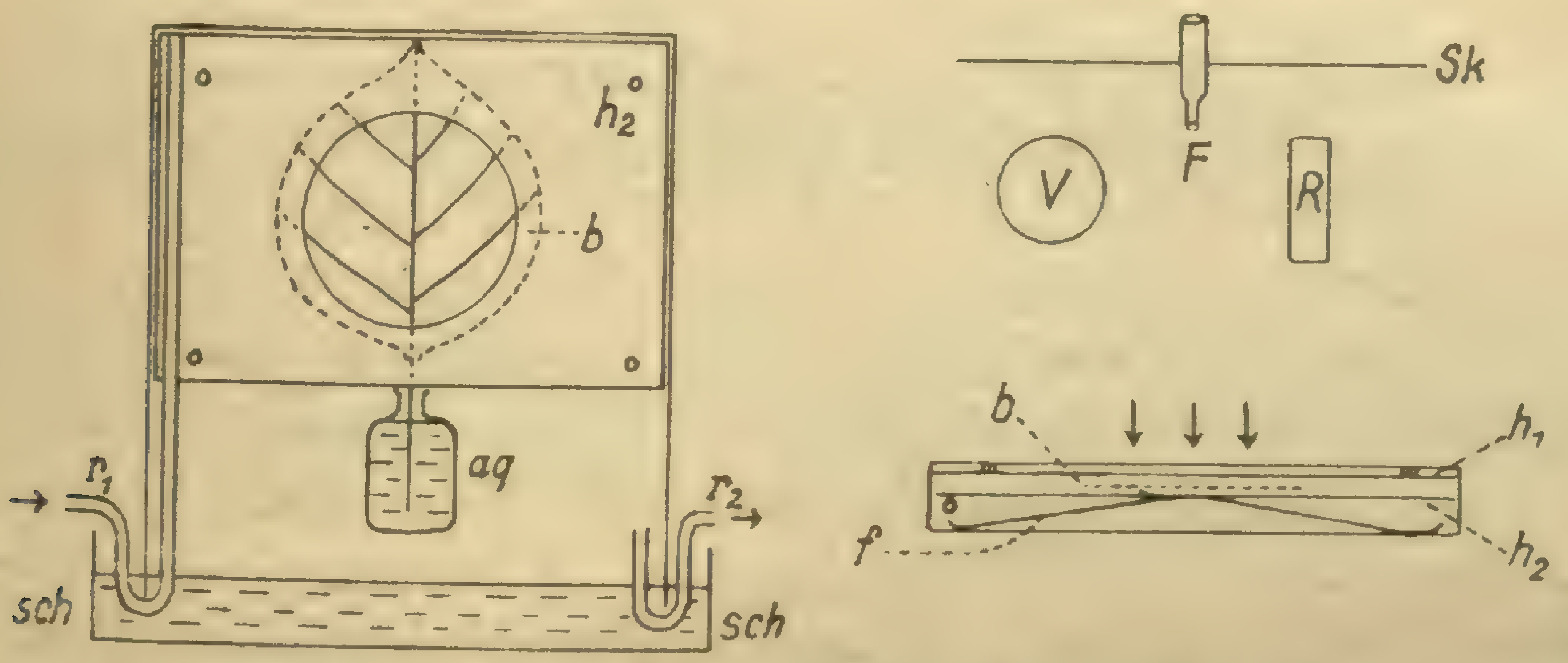


Abb. 2. a) Küvette zur Aufnahme des Blattes, im Längsschnitt.
b) Küvette zur Aufnahme des Blattes im Querschnitt.

---

[1] Für die gütige Überlassung dieser Apparate spreche ich Herrn Prof. Dr. P. JOYE auch an dieser Stelle meinen besten Dank aus.

lich etwas größer sein muß als die kreisförmige Öffnung, wird zwischen den Rähmchen festgeklemmt, so daß keine Verlagerung, aber auch keine Verletzung erfolgen kann. Der Stiel taucht in ein kleines flaches Wasserfläschchen aq mit enger Mündung, die den Stiel gerade passieren läßt, eine nennenswerte Verdunstung aber ausschließt. Das Fläschchen wird durch einen kleinen Holzkeil befestigt. Das Blatt ist so orientiert, daß die Oberseite gegen die — durch Pfeile angedeutete — Lichtquelle O gekehrt ist und die spaltöffnungsführende Unterseite möglichst weit von der hinteren Küvettenwand absteht. Die fertig montierte Küvette kann vor der Thermosäule Ts in einer schlittenartigen Vorrichtung leicht und sicher befestigt werden. Durch die Röhre r_1 sollen nacheinander geleitet werden: gewöhnliche Luft, kohlensäurefreie Luft und 8 pCt. Kohlensäure, wobei darauf zu achten ist, daß alle Gasströme möglichst gleiche Temperatur und Feuchtigkeit besitzen. Die Luft kommt aus dem Gasometer Gas und strömt je nach der Hahnstellung entweder direkt nach Z oder nach Passieren eines 1,5 m langen Rohres mit 40 pCt. KOH, das sie in kleinen Blasen durchperlt und dabei von CO_2 vollständig befreit wird. Z ist ein Blasenzähler. Dann folgt ein $CaCl_2$-rohr, weiter sind in die Leitung ein Thermometer T und ein Hygrometer H eingeschaltet. 8 pCt. CO_2 wird aus einem Glasgasometer links vom Blasenzähler in die Leitung eingeführt. Zur Absorption der Hauptmasse der Wärmestrahlen dient ein großes, mit reinem Wasser[1]) gefülltes Glasgefäß K (30 cm hoch, 33 cm breit, 22 cm tief) mit planparallelen Wänden. L ist eine Linse von 10 cm Durchmesser, die ein Bild der Lichtquelle auf das Blatt wirft. Der um ein Scharnier drehbare Doppelschirm S kann vom Beobachter F durch eine Transmission dirigiert werden. W sind hohe Wände aus Karton, die nur so viel Strahlen durchlassen als die Linse fassen kann und die Aufgabe haben, die von der Lampe entwickelte Wärme von den Meßapparaten möglichst fern zu halten. — Der Beobachter kann, ohne sich erheben zu müssen, den Lampenstrom kontrollieren (V) und regulieren (R), die Blasen zählen (Z), den Schirm S heben und senken, die Stoppuhr und mit Hilfe des Fernrohrs F die Skala Sk ablesen. Während des Durchleitens von CO_2-freier Luft wird eine Schale sch mit KOH-lösung untergeschoben, während des Durchleitens von Luft oder 8 pCt. CO_2 eine Schale mit $CaCl_2$-lösung. Die Konzentrationen sind so gewählt, daß die KOH-lösung (66,86 g in

---

1) Eine Alaunlösung, wie sie DETLEFSEN noch benützte, bietet, wie wir heute wissen (KAYSER, Handbuch der Spektroskopie, III, p. 467) keinen Vorteil.

100 g Wasser) und die $CaCl_2$-lösung (48,6 g in 100 g Wasser) gleiche Dampfspannung haben. (DIETERICI, Wied. Ann. **42**, **50**.)

Auf folgende Weise prüfte ich die Versuchsanordnung auf ihre Brauchbarkeit. 1. Ein stärkefreies *Phaseolus*blatt wurde in einem Strom gewöhnlicher Luft zwei Stunden lang bestrahlt, worauf die belichtete Partie deutliche Stärkereaktion zeigte. Ein stärkefreies *Phaseolus*blatt ebenso lange in einem Strom CO_2 freier Luft bestrahlt, hatte keine Stärke gebildet. 2. Der Nullpunkt des Galvanometers war annähernd konstant und die Ablesung auf 1—4 Skalenteile gleich bei einem Ausschlag von 600 Skalenteilen. Die Beobachtungsfehler, die sich auf das rechtzeitige Öffnen des Schirmes S, das richtige Ablesen des Voltmeters, der Stoppuhr und der Skala beziehen, betrugen also im Maximum 0,7 pCt. dieser Ablesung. 3. Bei der beschriebenen Anordnung war an den Küvettenwänden selbst nach 2stündiger ununterbrochener Bestrahlung mit bloßem Auge kein Beschlag zu sehen. Welche Bedeutung aber ein solcher hat, zeigten Versuche mit feuchtem, grauem Fließpapier, das ich an Stelle des Blattes in die Küvette brachte. Der Ausschlag sank in ruhender Luft während 18 Minuten von 530 auf 513, beim Durchleiten von Luft während 18 Min. von 530 auf 522; die Wände zeigten einen deutlichen Beschlag. 4. Wurde das Blatt durch ein Stück trockenes Filtrierpapier ersetzt, so beobachtete ich beim Durchleiten von 8 pCt. CO_2 konstant den Ausschlag 611, beim Durchleiten von gewöhnlicher Luft eine Schwankung zwischen 612 und 610, beim Durchleiten von CO_2 freier Luft konstant 612. Die Temperatur der Gase war während dieser Versuche von 17,9 ° auf 18,3 ° C gestiegen, die Feuchtigkeit von 0 auf 3 pCt. Da hier der Gas- und Schalenwechsel genau in derselben Weise erfolgte wie später beim Blatt, so ist damit gezeigt, daß er an und für sich den Ausschlag nicht ändert.

Ich experimentierte mit 3 verschiedenen Lichtstärken; die Beleuchtung, welche das Versuchsblatt hierbei erfuhr, wurde mit dem MARTENSschen Photometer gemessen zu

ca. 70.000 Lux bei 105 Volt
ca. 29.000 Lux bei 90 Volt
ca. 100 Lux bei 30 Volt

Die im folgenden angeführten Zahlenwerte beziehen sich alle auf Blätter von *Phaseolus vulgaris*, die zu Beginn des Versuches stärkefrei waren. Jede Belichtung dauerte 1 Minute; der während derselben erfolgende Ausschlag in Skalenteilen ist in der Tabelle angegeben. Die Belichtungen folgten sich in Intervallen von 3 Minuten; nur beim Gaswechsel trat zur völligen Verdrängung des früheren Gases eine längere Pause ein.

Tab. 1.

Beleuchtung in Lux.	Gas durchgeleitet bis zur 1. Belichtung, in Min.	Gasstrom			Ausschlag in Skalenteilen	Mittel
		Zusammensetzung	Temp. in ° C	Feuchtigkeit in %		
29.000	20	gew. Luft	19,1	0	599 600 600 601 602 600	600,3
	20	CO_2 freie Luft	19,8	0	599 599 598 600 598 599	598,8

Zur Messung des Verhältnisses zwischen der auffallenden und durchgelassenen Energie war diese Anordnung nicht geeignet, da die Ausschläge zu groß sind. Ich benützte daher eine weniger empfindliche gewöhnliche Thermosäule, bei welcher das Blatt — jetzt frei, ohne Glasbedeckung — den Lötstellen bis auf 1 mm genähert werden konnte. In das Galvanometer war ein geeigneter Widerstand eingeschaltet. Um Raum zu sparen führe ich nur die Mittel an, die sich wie oben aus einer größeren Zahl von Einzelmessungen ergaben,

$$\frac{\text{auffallende Strahlung}}{\text{durchgelassene Strahlung}} = \frac{455 \text{ Skalenteile}}{48 \text{ Skalenteile}} = \frac{9{,}48}{1}$$

Hieraus folgt, daß in Tab. 1, wo die durchgelassene Energie 600 ist, die auffallende mehr als 5700 beträgt[1]). Wenn eine photochemische Extinktion existiert, so hätte der Ausschlag in CO_2-freier Luft größer sein müssen als in gewöhnlicher Luft

wenigstens um 5,7 Skalenteile, wenn $^1/_{10}$ % der auffallenden Energie zur Assim. verbraucht wird,

wenigstens um 57 Skalenteile, wenn 1 % der auffallenden Energie zur Assim. verbraucht wird,

wenigstens um 228 Skalenteile, wenn 4 % der auffallenden Energie zur Assim. verbraucht werden.

Ein Vergleich mit Tab. 1 zeigt, daß eine photochemische Extinktion, in der von DETLEFSEN angegebenen Größenordnung unter den realisierten Versuchsbedingungen sicher nicht existiert.

---

[1]) Der Abstand des Blattes von den Lötstellen und die Zerstreuung der auffallenden Strahlen durch das Blatt ist berücksichtigt (vgl. Ursprung, Die physikal. Eigensch. d. Laubb. Bibl. Bot. **60**, 1903, p. 62.

In der folgenden Tabelle beträgt die Beleuchtung 70000 Lux; statt aller Einzelmessungen sind nur die Extreme und die Mittel angeführt.

Tab. 2.

Beleuchtung in Lux	Gas durchgeleitet bis zur 1. Belichtung in Min	Gasstrom			Extreme Ausschläge in Skalenteilen	Mittel
		Zusammensetzung	Temp. in °C	Feuchtigkeit in %		
70.000	60	CO_2 frei	18,8	0	952 956	955
	15	8 % CO_2	19,1	0	957 969	958
	30	gew. Luft	19,1	0	953 957	955

Bei einer Beleuchtung von 70.000 Lux wurde experimentell gefunden:

$$\frac{\text{auffallende Strahlung}}{\text{durchgelassene Strahlung}} = \frac{733}{79} = \frac{9.28}{1}.$$

Die auffallende Energie in Tab. 2 berechnet sich zu ca. 8900.

Wenn eine photochemische Extinktion existiert, so muß der Ausschlag in CO_2 freier Luft größer sein als in gewöhnlicher Luft um ca.

8,9 Skalenteile, wenn $^1/_{10}$ % der auffallenden Energie zur Assim. verbraucht wird,

89 Skalenteile, wenn 1 % der auffallenden Energie zur Assim. verbraucht wird,

356 Skalenteile, wenn 4 % der auffallenden Energie zur Assim. verbraucht werden.

Auch hier ist eine photochemische Extinktion in der von DETLEFSEN angegebenen Größenordnung nicht nachweisbar. Dasselbe gilt, wie Tab. 3 zeigt, für ein sehr stark geschwächtes Licht.

Tab. 3.

Beleuchtung in Lux.	Gas durchgeleitet bis zur 1. Belichtung in Min.	Gasstrom			Extreme Ausschläge in Skalenteilen	Mittel
		Zusammensetzung	Temp in °C	Feuchtigkeit in %		
100	40	CO_2 frei	18,7	0	13 13	13
	25	gew. Luft	18,7	0	14 15	14

Während bisher weißes Licht zur Verwendung kam, seien im Folgenden 2 Versuchsserien mit rotem und blauem Licht erwähnt. Die Anordnung war genau die frühere, nur wurde die vordere Küvettenwand mit einem Filter der Firma WRATTEN bedeckt, das nach meiner Messung mit einem ZEISSschen Gitterspektroskop folgende Wellenlängen passieren ließ:

Rotes Filter ca. λ 710—630,
Blaues Filter ca. λ 480 400.

Das Resultat bleibt, wie Tab. 4 zeigt, dasselbe.

Tab. 4.

Filter	Beleuchtung in Lux.	Gas durchgeleitet bis zur 1. Belichtung in Min.	Gasstrom			Extreme Ausschläge in Skalenteilen	Mittel
			Zusammensetzung	Temp. in °C	Feuchtigkeit in %		
Rot	29.000 ohne Filter	45	CO_2 frei	19,7	0	368 371	369,2
Rot		10	8 % CO_2	19,6	0	368 369	368,5
Blau		17	8 % CO_2	19,6	0	85 86	85,5
Blau		12	CO_2 frei	19,3	0	85 86	85,7

BUNSEN u. ROSCOE stellten für Chlorknallgas fest, daß die Reaktion nicht sofort mit der Bestrahlung einsetzt, sondern etwas später; sie nannten diese Erscheinung photochemische Induktion. Obschon es BURGESS u. CHAPMAN gelang, die Induktionsperiode vollständig zum Verschwinden zu bringen und obschon im ENGELMANNschen Versuche die Bakterienbewegung fast momentan mit der Beleuchtung einsetzt, schien es doch — auch noch aus anderen Gründen — erwünscht, die Methodik etwas abzuändern. Bisher dauerte die Belichtung jeweils 1 Min., dann folgten 2 Min. Verdunkelung, dann wieder 1 Min. Belichtung etc. Im Folgenden war das Blatt während der ganzen Versuchsserie dauernd gleich stark belichtet, Schirm S also fortwährend geöffnet. Bei diesen Experimenten hatte ich zwischen Küvette B und Vakuumthermosäule T_s einen — in der Skizze nicht eingezeichneten — Schirm angebracht, der bei jeder Messung 1 Min. lang geöffnet wurde.

Tab. 5.

Beleuchtung in Lux.	Gas durchgeleitet bis zur 1. Belichtung in Min.	Gasstrom			Extreme Ausschläge in Skalenteilen	Mittel
		Zusammensetzung	Temp. in ° C	Feuchtigkeit in %		
29.000	30	CO_2 frei	18,0	4	597 599	597,8
	35	8 % CO_2	18,7	0	598 599	598,7
	35	gew. Luft	18,8	0	597 598	597,5
	30	CO_2 frei	18,8	0	596 593	594,3

Also auch bei ununterbrochener Bestrahlung war eine photochemische Extinktion in der von DETLEFSEN angegebenen Größenordnung nicht nachweisbar.

Hier sei noch auf eine Fehlerquelle hingewiesen, die bei entsprechender Versuchsanordnung eine photochemische Extinktion vortäuschen kann. Ein *Phaseolus*blatt war ca. 2 Stunden lang mit 29.000 Lux beleuchtet worden. Dieses so vorbehandelte Blatt gab in CO_2 freier Luft bei Belichtung mit 70.000 Lux den Ausschlag 959, nach 30 Min. langer Verdunkelung in gewöhnlicher Luft den Ausschlag 878. Der Ausschlag war also in CO_2 freier Luft um 81 Skalenteile, d. h. ca. 1 pCt. der auffallenden Energie, größer als in gewöhnl. Luft; ein Resultat, das sich vorzüglich mit dem zu erwartenden Werte deckt. Daß es sich aber um eine Täuschung handelt, zeigt folgendes. Ich leitete bei Verdunkelung 1 Stunde lang CO_2 freie Luft durch; der Ausschlag hätte nun wieder steigen sollen, tatsächlich war er aber bei der ersten Messung bis auf 867 gesunken. Als jedoch — stets in CO_2 freier Luft — die starke Bestrahlung längere Zeit andauerte, stiegen die Ausschläge wieder bis 956 und trotzdem nunmehrigen Durchleiten von 8 pCt. CO_2 sogar bis 969. Wir finden also bei andauernder intensiver Bestrahlung — unabhängig vom CO_2gehalt — eine Zunahme, bei Verdunkelung eine Abnahme der Durchlässigkeit des Blattes. Es beruht das jedenfalls auf einer Verlagerung der Chromatophoren- die auch an Querschnitten konstatiert, aber nicht näher verfolgt wurde. Damit sei auf die Thermosäule hingewiesen als Hilfsmittel zum Studium der Chromatophorenverlagerung.

Außer mit *Phaseolus vulgaris* habe ich auch mit *Hedera helix* und *Impatiens Sultani* experimentiert und ähnliche Resultate erhalten.

Ferner liegen zahlreiche Untersuchungen mit etwas anderer Versuchsanordnung vor; sie lieferten jedoch nichts wesentlich Verschiedenes und können daher übergangen werden.

Um möglichst vergleichbare Resultate zu bekommen mußten die Außenbedingungen im assimilierenden und nicht assimilierenden Blatt, mit Ausnahme des CO_2gehaltes, ausreichend konstant gehalten werden; außerdem war ein Beschlagen der Küvettenwände zu vermeiden. Durch Einleiten eines trockenen Luftstromes von genügend konstanter Temperatur und Geschwindigkeit waren diese Forderungen erfüllt, zugleich aber ein Schließen der Stomata wegen zu großer Lufttrockenheit zu befürchten. Der Versuch zeigte jedoch, daß auch in Luft von gewöhnlichem CO_2gehalt reiche Stärkebildung erfolgt; zudem wurde stets noch Luft mit 8 pCt. CO_2 verwendet. Eine weitere Fehlermöglichkeit lag bei einem Teil der Versuche in der langen Verdunkelung, die wiederum Spaltenschluß befürchten ließ. Es wurden daher die Blätter in einer anderen Versuchsreihe stundenlang konstant belichtet, d. h. unter Bedingungen gehalten die nachgewiesenermaßen reiche Stärkebildung erlaubten.

Alle meine Untersuchungen, sowohl die im Vorhergehenden ausführlicher mitgeteilten, wie auch die nur angedeuteten, führten übereinstimmend zum Resultat, daß eine photochemische Extinktion in der von DETLEFSEN angegebenen Größenordnung nicht nachweisbar ist. Die Versuchsanordnung war so, daß eine Extinktion von $^1/_{10}$ pCt. des auffallenden Lichtes leicht hätte erkannt werden können. $^1/_{10}$ pCt. des benutzten fast Ultrarot-freien Lichtes entspricht aber etwa[1]) 0,04 pCt. der Gesamtstrahlung der Sonne. Nun beträgt die zur Assimilationsarbeit benutzte Energie gewöhnlich ca. 1 pCt. der auffallenden Gesamtstrahlung der Sonne, sie kann unter $^1/_3$ rücken, aber auch über den 3fachen Betrag steigen. Es hätte mir also nicht entgehen können, wenn der zur Assimilationsarbeit verwendete Betrag vom nicht assimilierenden Blatt durchgelassen worden wäre.

Damit ist selbstverständlich nicht gesagt, daß beim Assimilationsprozeß überhaupt keine photochemische Extinktion vorkommt, denn über Werte, die innerhalb der Versuchsfehler liegen, vermag ich nichts auszusagen. Durch Verfeinerung der Meßmethoden noch weiter zu gehen, bot aber in unserem Falle kein besonderes Interesse. Die meisten photochemischen Prozesse verlaufen im Sinne der chemischen Kräfte, das Licht hat nur einen Anstoß zu

---

1) Diese Schätzung soll nur eine ungefähre Orientierung ermöglichen.

liefern; das Aufsuchen ganz geringer Extinktionen hat daher einen Sinn. Beim Assimilationsprozeß dagegen hat das Licht nicht einen Anstoß zu geben, sondern die gesamte Energie zu liefern, die in den Assimilaten gespeichert wird.

Hätten sich aber die Befunde DETLEFSENS bestätigen lassen, so hätte eingehend untersucht werden müssen, ob die BUNSENsche Deutung die richtige ist oder ob die Erklärung nicht einfacher in der Absorption von Assimilationsprodukten, in Chromatophorenverlagerung etc. gefunden werden kann.

13. F. von Höhnel: Ueber die Gattung Leptosphaeria Ces. et de Not.

(Eingegangen am 16. März 1918.)

Die in Comment. Soc. Crittog. ital. I. Pt. IV. p. 234 im Jahre 1863 aufgestellte Gattung *Leptosphaeria* umfaßte Formen mit gefärbten und hyalinen Sporen. Für die Arten mit hyalinen Sporen stellte SACCARDO 1883 die neue Gattung *Metasphaeria* auf. Die Gattung *Leptosphaeria* ist auch noch im heutigen Umfange eine Mischgattung. Ich wies nach, daß einige Arten ganz echte Dothideaceen mit gut entwickeltem Stroma sind, und daß andere zu meinen Pseudosphaeriaceen gehören. Aber schon vorher (Österr. bot. Ztschr. 1907, 57. Bd., p. 322) hatte ich bemerkt, daß einige Arten der Gattung offenbar keine echten Sphaeriaceen sind. Da dieselben zum Teile eine ziemlich flache Fruchtschichte haben, hielt ich sie für Übergangsformen zwischen den Sphaeriaceen und Heterosphaeriaceen. Ich stellte sie vorläufig zu *Phaeoderris* Sacc. (Syll. Fung. VIII. p. 599). Wie ich nun weiß, sind diese Pilze in Wirklichkeit echte Dothideaceen. Allein im Jahre 1907 war es nicht möglich, bei einem Pilze, der einer einfachen Sphaeriacee fast ganz gleicht, an eine Dothideacee zu denken, da man damals noch nicht wußte, was eigentlich eine Dothideacee ist.

Die erste sowohl bei CESATI und DE NOTARIS, als auch bei SACCARDO angeführte Art ist die *Leptosphaeria Doliolum* (P.). Diese Grundart der Gattung ist nun gerade eine jener Formen, die nur als vereinfachte Dothideaceen mit Dothithecien, aufgefaßt werden können. Daher gehört die Gattung *Leptosphaeria* zu den Dothideaceen. Die Gattung besteht daher der Hauptsache nach aus zwei Reihen von Formen, die eine davon umfaßt Sphaeriaceen, die andere Dothideaceen. Diese zwei Formengruppen zeigen schon ganz deutliche Verschiedenheiten in der Form der Sporen. Die als echte Sphaeriaceen anzusprechenden haben Sporen, bei welchen in der Regel eine Zelle der oberen Hälfte deutlich vorspringt. Infolgedessen sind die Sporen nicht der Länge nach symmetrisch. Bei den dothidealen Formen fehlt diese vorspringende Zelle, die spindelförmigen Sporen sind in der Mitte leicht eingeschnürt und zeigen zwei gleiche Hälften.

Diese Unterschiede haben schon RABENHORST und AUERSWALD bemerkt und dementsprechend Gattungen aufgestellt.

RABENHORST stellte 1858 in Klotzschii Herb. viv. Edit. nov. Nr. 725 die Gattung *Nodulosphaeria* mit der Grundart *N. hirta* (Fr.) Rab. auf. (Bot. Zeitg. 1858, 16. Bd., p. 302.) Das ist eine echte Sphaeriacee, identisch mit *Sphaeria derasa* (Berk. et Br.).

AUERSWALD gab 1860 in RABH., F. europ. Nr. 261 die *Sphaeria Alliariae* Awd. aus, die er später (in litt.?) als identisch mit der *Sphaeria Doliolum* Pers. erkannte und *Bilimbiospora Doliolum* Awd. nannte. Daher ist *Bilimbiospora* Auerswald 1860 (?) = *Leptosphaeria* Ces. et de Not. 1863. Indessen scheint der Name *Bilimbiospora* nicht ordnungsgemäß veröffentlicht worden zu sein.

Da die *Leptosphaeria acuta*, die Grundart der Gattung *Ampullina* Quélet 1875 (Champ Jura et Vosges, III. p. 95), auch eine Dothideacee ist, ist auch *Ampullina* Quélet 1875 = *Leptosphaeria* Ces. et de Not. 1863.

Die meisten echten (dothidealen) *Leptosphaeria*-Arten haben Dothithecien, welche ganz perithecienartig aussehen und keine Spur eines Stromas zeigen. So *L. acuta*, *Doliolum*, *rubellula* (D.) v. H. (= *ogilviensis* B. et Br.).

Dann gibt es eine Anzahl von Arten, bei welchen die Fruchtkörper mehr minder deutlich rasig auf einem verschieden gut entwickeltem ausgebreitetem, eingewachsenen, dünnen Stroma sitzen. So bei *L. salebrosa*, *maculans*, *caespitosa*. Wenn das Stroma gut entwickelt ist und die Fruchtkörper dicht gehäuft sind, brechen die Rasen ganz hervor, der Pilz sieht dann ganz anders aus und wurde daher nicht zu *Leptosphaeria* gestellt. Solche Formen sind die *Sphaeria Heliopsidis* Schw. und die *Sphaeria tumefaciens* Ell. et Harkn., die erst als *Montagnella*-Arten eingereiht wurden und nun noch bei den Montagnellaceen stehen.

Nun kann aber das Stroma noch besser entwickelt sein. Dies ist der Fall bei *Rosenscheldia paraguaya Spegazzini*. Dieser Pilz ist nichts anderes als eine *Leptosphaeria* mit mächtig entwickeltem gemeinsamen Stroma. In ähnlicher Weise, wie die verschiedenen Arten der Gattungen *Botryosphaeria* (s. THEISSEN in Verh. d. zool.-bot. Gesellsch. Wien, 1916, pag. 303 ff.), *Carlia* Rbh.-Bon.-v. H. (= *Sphaerella* Fries), *Phyllachora* und anderer Dothideaceen voneinander in der Stärke der Entwicklung des Stromagewebes außerordentlich wechseln, ist dies auch bei *Leptosphaeria* der Fall. So lange die dothideale Natur der scheinbar einfachen *Leptosphaeria*-Arten nicht erkannt war, konnte an einen Zusammenhang derselben mit *Rosenscheldia* nicht gedacht werden.

In FRIES, Systema mycol. 1823, II. Bd., p. 556 erscheint *Sphaeria Heliopsidis* Schw. als Grundart der Section *Stigmea* Fries. Darnach wäre *Stigmea* Fries 1823 je nach der Auffassung gleich *Leptosphaeria* C. et de N. oder gleich *Rosenscheldia* Spegazz. 1883. Wenn sich bei *Leptosphaeria* das basale Stroma sehr stark entwickelt, so bricht schon vor der Lokuli-Bildung das Stroma ganz hervor und erscheinen daher die Fruchtkörper ganz oberflächlich. Das ist bei *Rosenscheldia paraguaya* so der Fall. Viel weniger auffallend schon bei *Sphaeria Heliopsidis* Schw. und *Leptosphaeria caespitosa* N. und noch weniger bei *Sphaeria tumefaciens* Ell. et Hark.

THEISSEN und SYDOW (Ann. mycol. 1915, XIII. Bd., p. 631 und 649) stellen die *Sphaeria tumefaciens* zu den Eu-Montagnelleen in die Gattung *Syncarpella* Th. et S. und die *Sphaeria Heliopsidis* zu den Rosenscheldieen in die Gattung *Rosenscheldia*.

Die Untersuchung zeigte mir aber, daß sich die beiden Pilze nur durch die verschieden starke Ausbildung des Stromas voneinander unterscheiden und daher in dieselbe Gattung gehören.

Da *Sphaeria tumefaciens* die Grundart der Gattung *Syncarpella* ist, kann ich diese Gattung von *Rosenscheldia* für nicht wesentlich verschieden erachten.

Jene echten (dothidealen) *Leptosphaeria*-Arten, deren Fruchtkörper nicht rasig, sondern einzeln auftreten, sehen echten Sphaeriaceen täuschend ähnlich, so daß man, so lange man den Zusammenhang derselben mit den deutlich stromatischen Formen nicht erkannt hat, man kaum auf den Gedanken kommen konnte, ihre Fruchtkörper für Dothithecien zu halten. Allein genau dasselbe ist auch bei *Carlia* (Rbh.-Bon.-v. H. (= *Sphaerella* Fr.) und *Pleosphaerulina* Berl. (= *Pringsheimia* Schulz.) der Fall, deren einzeln stehenden Dothithecien bisher stets für echte Perithecien gehalten wurden.

Die gemachten Auseinandersetzungen werden nun vollkommen bestätigt durch die Betrachtung der Nebenfruchtformen in der bisherigen Gattung *Leptosphaeria*.

Es ist klar, daß, wenn die bisherige Mischgattung *Leptosphaeria* in die Sphaeriaceen-Gattung *Nodulosphaeria* Rabh. 1858 und die Dothideaceen-Gattung *Leptosphaeria* Ces. et de Not. 1863 (s. str.) zerfällt, diese Zweiteilung auch ihren Ausdruck bei den Nebenfruchtformen finden muß.

Das ist nun tatsächlich der Fall.

Zu *Nodulopshaeria* gehören, soweit mir bekannt, als Nebenfruchtgattungen *Phoma* Aut. (non Fries) und *Phaeohendersonia* v. H. (= *Hendersonia* Sacc. non Berk.).

Was nun die Dothideaceen-Gattung *Leptosphaeria* anlangt, so hat schon TULASNE (Sel. Fung. Carp. 1863, II. Bd., p. 274) angegeben, daß *Plenodomus Lingam* (Tode) die Nebenfrucht von *Leptosphaeria maculans* (Tul.) ist. Diese Angabe hat dann FUCKEL (Symb. myc. 1869, p. 135) bestätigt. Ferner fand ich (Fragm. z. Myk. Nr. 713, XIII., Mitt. 1911) an dem Desmazièresschen Exemplare von *Sphaeria Lingam* Tode in Pl. crypt. France 1849, Nr. 1877 einen zweifellos dazugehörigen Schlauchpilz, der von *Leptosphaeria maculans* zwar verschieden, aber doch nahe damit verwandt ist, nämlich die *Sphaeria salebrosa* Preuß, die *Leptosphaeria salebrosa* (Pr.) Sacc. (Syll. F. II., p. 20) zu nennen ist. Diese beiden *Leptosphaeria*-Arten sind nun echte dothideale Formen und nach dem Gesagten gehören zu ihnen zwei einander höchst ähnliche *Plenodomus*-Arten, die bisher in der Sammelart *Pl. Lingam* vereinigt waren.

Die echten dothidealen *Leptosphaeria*-Arten haben daher *Plenodomus*-Arten als Nebenfrüchte.

Ich habe nun in Fragm. z. Mykol. Nr. 893, XVII., Mitt. 1915 die *Leptosphaeria acuta* (Moug. et N.) behandelt, von der es wohl feststeht, daß zu ihr die *Phoma acuta* Fuckel als Nebenfrucht gehört. Ich erkannte, daß diese *Phoma* eigenartig gebaut ist und machte sie zur Grundart der neuen Gattung *Leptophoma* v. H. Da ich nun aber die *Leptosphaeria acuta* als einen dothidealen Pilz erkannte, war es mir klar, daß *Leptophoma* v. H. gleich *Plenodomus* Preuß sein müsse. In der Tat zeigte mir die Untersuchung, daß dies vollkommen der Fall ist.

Entsprechend den zahlreichen dothidealen *Leptosphaeria*-Arten muß es auch viele *Plenodomus*-Arten geben, die wahrscheinlich alle in der Gattung *Phoma* Aut. (non Fries) stecken werden.

In meinem neuen System der Fungi imperfecti in FALCKs Mykolog. Unters. und Berichte pag. 313 habe ich die Gattung *Plenodomus* zu den Sclerophomeen gestellt und diese Stellung in Hedwigia 1917, 59. Bd., p. 245 begründet. Allein seither gewann ich die Überzeugung, daß mehrere meiner Sclerophomeen-Gattungen doch, aber nur schwer nachweisbare Conidienträger haben und daher auszuscheiden sein werden.

Dies ist nun bei *Plenodomus* in der Tat der Fall, denn seither fand ich (Hedwigia 1917, 59. Bd., p. 262), daß die *Leptophoma Urticae* (Sacc. et Schulz.?) v. H. ganz deutliche große, eigenartige Conidienträger besitzt, nach dem ich schon früher (Fragm. Nr. 893) bei *L. acuta* einfache, kurze gesehen hatte. An dieser Stelle gab ich auch an, daß auch *Leptosphaeria Doliolum* eine *Leptophoma* als Nebenfrucht besitzt. Bei dem *Plenodomus Doliolum* v. H. findet man nicht bloß sehr deutliche Conidienträger, sondern bemerkt man auch, daß es sich um eine stromatische Form handelt, denn das Basalgewebe derselben besteht aus deutlich senkrecht parallel gereihten Zellen. Genau dasselbe kann man auch an der zugehörigen Schlauchfrucht dann sehen, wenn die Basalschichte dick ist, was öfter vorkommt. Ist das Basalgewebe dünn, dann sehen die Dothithecien mehr perithecienartig aus, aber Medianschnitte durch das Ostiolum verraten auch dann, daß es sich um einen dothidealen Pilz handelt.

Ist man einmal darauf aufmerksam geworden, daß es sich hier um Dothithecien handelt, so bemerkt man bald eine Anzahl von anderen Unterschieden der echten *Leptosphaeria*-Arten von den *Nodulosphaeria*-Arten. Man findet, daß Periphysen völlig fehlen, und daß das Ostiolum anfänglich mit hyalinen Parenchymzellen ausgefüllt ist. Daß die Zellen der Fruchtkörper in aufrechten parallelen Reihen stehen. Daß die Wandung wenigstens anfänglich sehr dick ist und aus offenen Zellen besteht, die eine sehr dicke hyaline oder blasse Verdickungsschichte aufweisen, welche erst im Alter verschwinden kann und dann offenbar bei der Ausreifung des Nucleus als Nährmaterial verbraucht wurde. Man sieht, daß die Gehäusewand unten, in der Mitte oder seitlich besonders stark ist und hier aus senkrecht gereihten Zellen besteht. Endlich bemerkt man, daß die Schläuche und Paraphysen von denen der *Nodulosphaeria*-Arten verschieden sind und deutlich einen dothidealen Charakter haben. Auch die oft außerordentlich große Veränderlichkeit der Form der Fruchtkörper bei einer und derselben Art wäre hierzu hervorzuheben.

Das sind lauter Eigentümlichkeiten, die aufs deutlichste zeigen, daß man es hier mit dothidealen Pilzen zu tun hat.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die zahlreichen Arten der heutigen Gattung *Leptosphaeria* (von einigen Arten abgesehen, die fälschlich in dieselbe eingereiht wurden) in zwei große Reihen zerfallen. Die eine Reihe umfaßt die Arten der Sphaeriaceen-Gattung *Nodulosphaeria* Rabenhorst 1858, die andere die Arten der dothidealen Gattung *Leptosphaeria* Ces. et de Not. 1863 (s. strict.) In dieser Reihe finden sich alle Übergänge von Formen mit einfachen ganz perithecienähnlichen Dothithecien bis zu den deutlich stromatischen Formen von *Syncarpella* Th. et Syd. 1915 und *Rosenscheldia* Spegazz. 1883. Die Nebenfruchtgattung dieser Reihe ist *Plenodomus* Preuß 1849 = *Leptophoma* v. H. 1915

14. C. Wehmer: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen.

4. Die Wirkung des Gases auf das Wurzelsystem von Holzpflanzen; Ursache der Gaswirkung.

(Mit Taf. II u. 5 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 15 März 1918.)

Junge krautige Gewächse (Kresse, Bohne u. a.) wurden durch der Wurzel zugeleitetes Leuchtgas zu jeder Jahreszeit in wenigen Tagen abgetötet[1]), wesentlich anders verhalten sich nun junge Bäumchen; über das Ergebnis dieser im verflossenen Jahre ausgeführten Versuche sei hier in Kürze berichtet[2]).

Benutzt wurden 3—7jährige Topfpflanzen einiger Laub- und Nadelbäume (Linde, Ulme, Ahorn. Buche, Hainbuche, *Abies*- und *Picea*-Arten[3]), Eibe u. a.), Versuchsanstellung wie früher. Die Wirkung des Gases wurde im Mai-Juni, September-Oktober und Dezember-Januar untersucht, das Resultat war sehr verschieden.

Im Frühjahr bez. Frühsommer kam das Gleiche wie bei krautigen Pflanzen heraus, Blatt und Trieb verwelkten mehr oder minder rasch, weiterhin starben die ganzen Bäumchen von oben her allmählich total ab; besonders empfindlich waren Edeltanne (junger Trieb) und Ulme (Welken begann nach 1—2 Tagen), das

---

[1]) s. diese Berichte 1917, **35**, 403.

[2]) Ausführlich werden die Versuche in Kürze an anderer Stelle mitgeteilt.

[3]) Versuchspflanzen: *Abies pectinata*, *A. Nordmanniana*, *A concolor*, *Picea orientalis*, *P. pungens*, *Taxus baccata*. *Tsuga canadensis*, *Carpinus Betulus*. *Fagus silvatica*, *Tilia* spec., *Ulmus campestris*, *Acer Pseudoplatanus* Zu ergänzen bleibt in diesem Jahre noch das Verhalten von Laubbäumen beim Treiben und das von Nadelhölzern im Sommer bez. Herbst.

Gegenstück war die Linde (Blattfall und Verdorren nahmen Wochen in Anspruch), zwischen beiden stand ungefähr der Ahorn (s. Abb. 5 unten); acht Tage Gaswirkung machten alle Coniferen in den nächsten Wochen langsam verdorren (Fig. 1 der Taf. II). Anders aber im Herbst, jetzt verloren Ulme und Ahorn nur das Laub, alle anderen Teile blieben am Leben (Fig. 2 der Taf. II); ähnlich Buche und Hainbuche, selbst wochenlange Gaszuleitung änderte daran nichts. Im Winter endlich reagierten die Bäumchen überhaupt nicht, Zweige mit Knospen, Stämmchen, Wurzelsystem sahen wie vorher aus, Eibe und Tanne waren auch nach 4 Wochen noch frischgrün. Ob sie dabei völlig unbeeinflußt blieben, wird im kommenden Frühjahr beim Treiben festgestellt werden. Bei sehr lange fortgesetztem Gaszuleiten wird auch da wohl schließlich eine Grenze sein, im allgemeinen deuten die Beobachtungen aber doch darauf, daß es sich bei Gasschädigungen kaum um akut bzw. sehr intensiv wirkende Stoffe handeln dürfte.

Ob ein sichtbarer Schaden herauskommt, hängt bei Holzpflanzen somit von der Jahreszeit ab, er fehlt zur Zeit der Winterruhe[1]), im Frühjahr geht der Baum unrettbar zugrunde, im Herbst verlieren Laubbäume nur die Blätter; das Laubblatt leidet also in jedem Falle, perennierende Organe nur zur Zeit ihrer Entwicklung, nicht im fertig ausgebildeten Zustande. Das alles versteht sich für eine kontinuierliche Einwirkungsdauer des Leuchtgases, die selbst 4 Wochen noch überschreiten kann; da stündlich mehrere Liter Gas in langsamem Strome die andauernd starken Gasgeruch zeigende Topferde passierten, sind überall die Bedingungen für kräftige Wirkung gegeben.

Nicht das Gas, sondern der besondere Zustand der Pflanze ist somit das Ausschlaggebende, die Unterschiede in ihrem Verhalten sind Folge ungleicher Empfindlichkeit während der Vegetationsperiode; ähnliches zeigten früher schon der noch ruhende

---

[1]) Kurz schon früher von SPÄTH und MEYER, doch ohne eigentlichen Nachweis, angegeben (Landw. Versuchst. 1873, 16, 336); ihre nur während der Vegetationsperiode, ab Ende März, im freien Lande angestellten Versuche zeigten jedoch, wie zu erwarten, das Gegenteil, also regelmäßig Schädigung, wenn auch in ungleichem Maße, dies erklärt sich aber schon durch die Art solcher Versuche. Winterversuche — also während der wirklichen Ruheperiode — haben dieselben nicht angestellt (Näheres a. a. O.).

Übrigens wollen solche mit dem Leuchtgas vor fast 50 Jahren ausgeführten Experimente für die Eigenschaften des heutigen Gases von ganz anderem Reinigungsgrade wenig besagen, so wichtig sie auch für die richtige Einschätzung des damaligen Gases waren.

Embryo und die junge wachsende Keimpflanze bei der Kresse, lebhaft tätige Zellen leiden schneller Schaden.

Die Tatsachen sind damit noch nicht erklärt. Das Absterben der ganzen Bäumchen im Frühjahr und allein der Laubblätter im Herbst kann man zunächst als Folge einer Wurzelschädigung auffassen, sicher liegt das am nächsten, die Annahme ist auch nicht neu[1]), doch keineswegs die allein mögliche Deutung. Vorausgesetzt, daß schädliche Gasbestandteile auf das Bodenwasser übergehen, bleibt immerhin die Frage offen, ob nicht diese so auch direkt auf die oberirdischen Organe einwirken können, deren Absterben somit nicht bloß sekundäre Folge einer Wurzelschädigung wäre. In der Literatur ist das meines Wissens bislang nicht diskutiert, die Beteiligung wasserlöslicher Schadenstoffe steht — wie ich zeigen konnte — jedoch sicher.

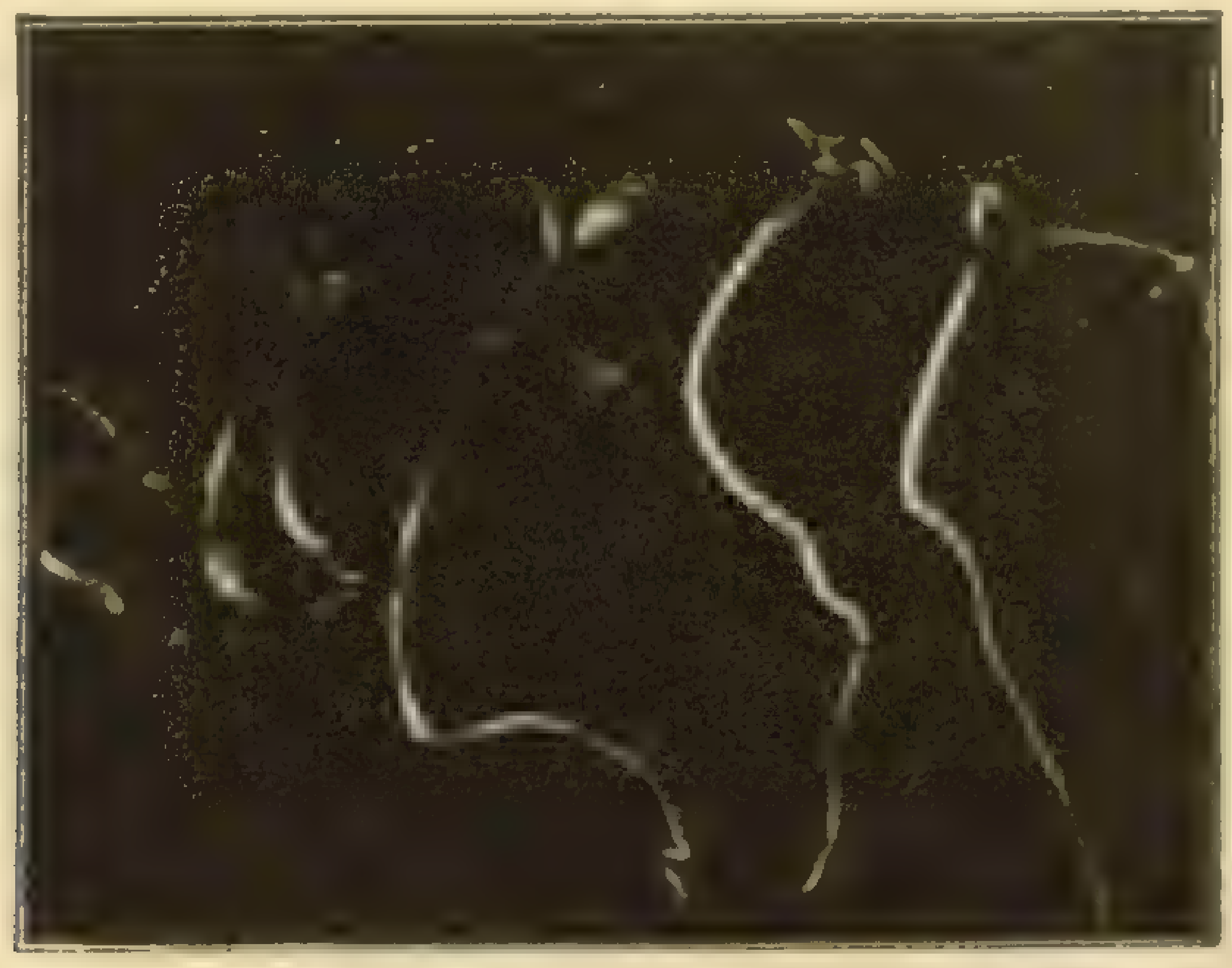


Abb. 1. Wurzelverkümmerung junger Kressepflanzen in gashaltigem Wasser (die 3 ersten Pflänzchen), daneben 3 gleichaltrige aus gasfreiem Wasser mit ca. 10mal solanger Wurzel.

Zweifellos haben wir in erster Linie mit der Wurzel zu rechnen. Experimentell läßt sich zeigen, daß grade junge, in der Entwicklung begriffene Wurzeln meist sehr gasempfindlich sind (Abb. 1), das Wachstum in gashaltigem Wasser hört auf, weiterhin sterben sie ab, (Ulme, Ahorn, Bohne, Kresse); diese nachweisliche Empfindlichkeit verliert sich bei Holzpflanzen aber mit zunehmendem Alter, ältere zeigen keine sichtbare Veränderung. Das würde die festgestellte Abnahme der Empfindlichkeit unserer Bäumchen mit fortschreitender Entwicklung sehr wohl erklären, im Frühjahr zeigen sie das Bild von Pflanzen, deren Wurzeltätigkeit plötzlich unterbrochen wird, in wenigen Tagen schon verwelkt der ganze diesjährige Trieb (Ulme insbesondere). Später, wo ja auch die Empfindlichkeit der oberirdischen Axenorgane gegen schädliche Beeinflussungen abnimmt, leidet zunächst jedenfalls nur noch das an sich schon empfindlichere, lebhaft transpirierende Blatt der Laubbäume, vielleicht infolge einer nicht direkt wahrnehmbaren bloßen Störung des Wurzelbefindens (Unterbrechung der Wasserzufuhr infolge Abnahme der osmotischen Tätigkeit),

---

[1]) So wurde von früheren Beobachtern schon als Ursache wiederholt auf das Absterben junger Wurzeln hingewiesen. cf. Bericht über die Versuche von Kny, Magnus und Bouché, J. f. Gasbel. 1872, 15, 245.

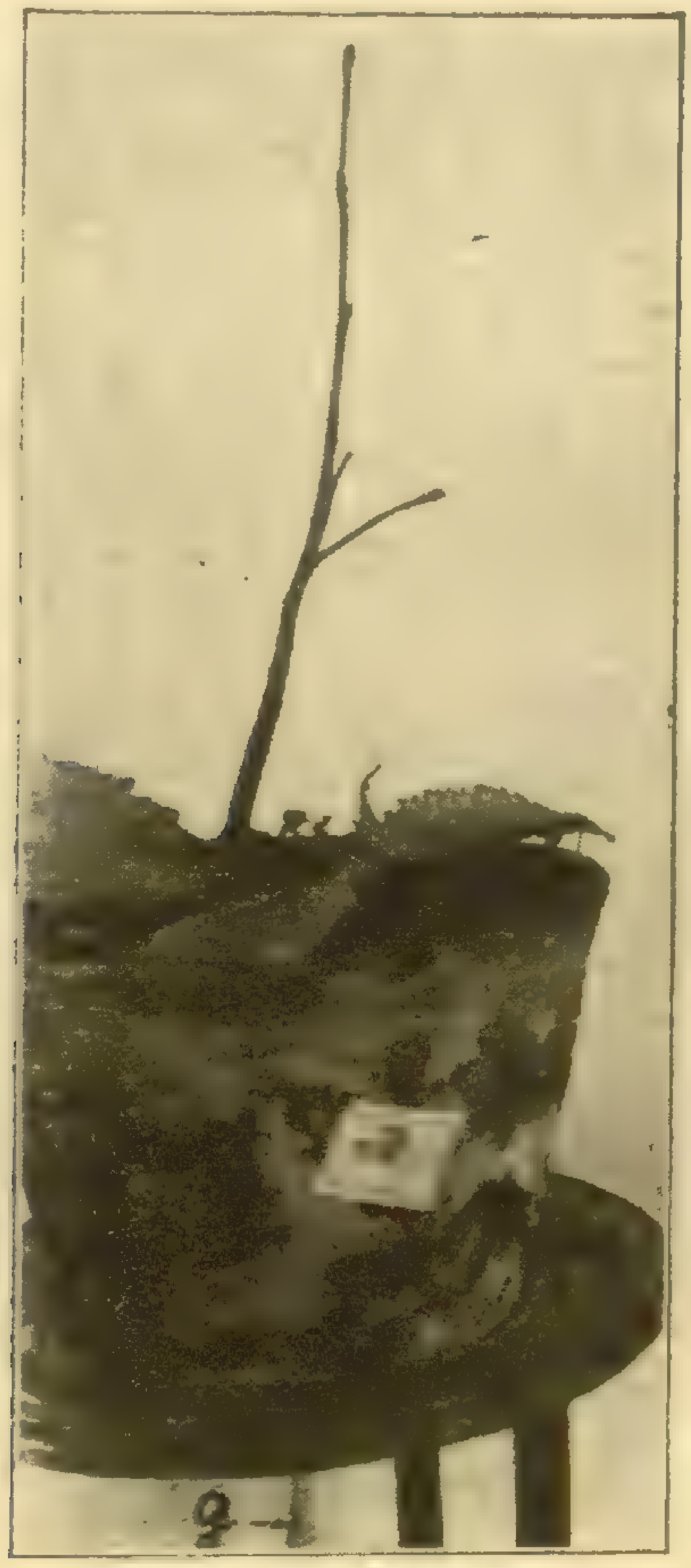


Abb. 2. Junge Linde nach 21tägiger Gaswirknng auf die Wurzel im Juni. Die letzten 4 Blätter turgeszent soeben abgefallen, Axe mit Knospen noch lebend. (Bei g hier wie überall weiterhin das Gaszuleitungsrohr.)

dem aber schließlich zur Ruhezeit kaum noch ein sehr erheblicher Zufluß zukommt. Wie wenig selbst im Frühjahr beispielsweise die Hauptwurzel der Ulme vom Gas beeinflußt wird, zeigt die Tatsache, daß hier noch nach mehreren Tagen Gaswirkung junge Adventivwurzeln hervorbrechen können, die aber fast unmittelbar (nach kaum 2 Tagen) unter Verfärbung abstarben (Wasserkulturpflanze); ebenso blieb das Wurzelsystem des Ahorn mit Ausnahme der jüngsten bald zerfallenden Teile wochenlang am Leben, noch länger das der Linde.

Immer wo eine schnelle Reaktion der oberirdischen Teile (rasches Verwelken des Triebes) herauskommt, wird man das wohl ungezwungen als sekundäre Folge der Saugwurzelschädigung deuten dürfen, im allgemeinen also auch bei krautigen Gewächsen.

Nun verhalten sich (individuelle Unterschiede ungerechnet) die Pflanzenarten gegen Gas aber recht verschieden, die Linde beispielsweise reagierte schon im Juni nur langsam und unter Erscheinungen, die nicht gerade auf große Wurzelempfindlichkeit deuten. So begann eine kräftige 3jährige Topfpflanze erst nach Verlauf von ca. 8 Tagen das unterste Blatt abzuwerfen — nach dieser Zeit waren die Ulmen bereits tot und dürr — und erst nach 21tägiger Gaswirkung verlor sie die letzten vier leicht gelblich verfärbten, doch noch turgescenten Blätter (Abb. 2); bei Wasserkulturpflanzen waren da die jungen weißgrauen Wurzeln noch lebendfrisch. Da das Bäumchen somit rund 3 Wochen das gasreiche Bodenwasser aufnahm, standen natürlich auch die transpirierenden Blätter unter seiner Einwirkung, ihr schließlicher Ab-

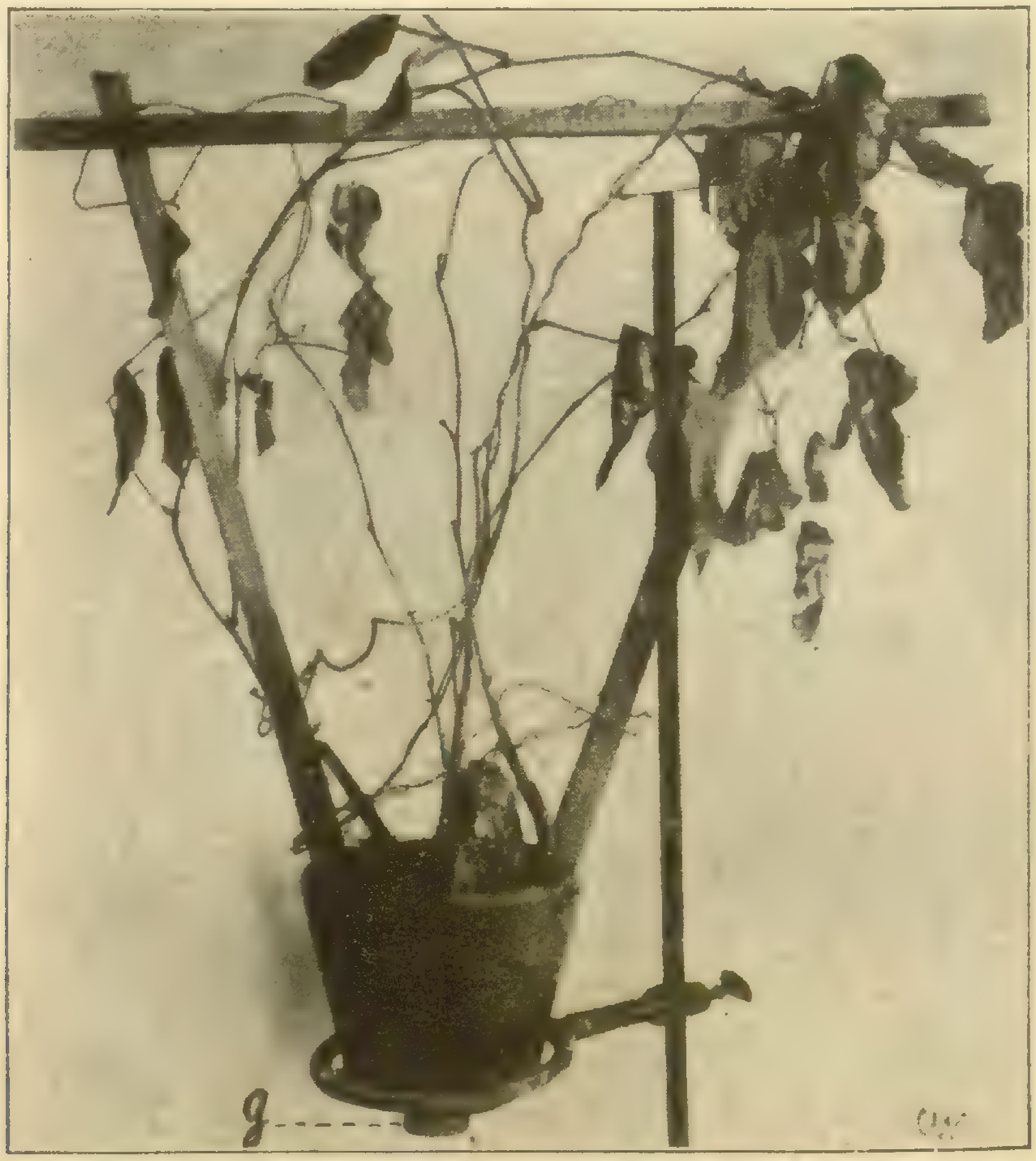


Abb. 3. Bohnenpflanzen (*Phaseolus multiflorus*), deren Wurzel 2 Tage mit Leuchtgas in Berührung war, am 3. Tage (8. Sept.).

fall braucht also nicht grade notwendig oder allein Folge irgend einer Wurzelbeeinflussung zu sein. Ähnlich ließe sich schließlich auch noch der vorzeitige Blattverlust von Ahorn, Buche u. a. im Herbst deuten, während andererseits bei der Linde zur Zeit des Treibens wieder Störung der ersten Wurzelbildung ausschlaggebend für Verdorren des jungen Triebes sein könnte.

Von einer weiteren Diskussion dieser für Erklärung von Gasschäden natürlich wichtigen Frage sehe ich hier ab, bemerke jedoch, daß ähnlich bei der Bohne (*Phaseolus*) die Symptome zwar eine rasche Erkrankung der Wurzel bzw. Pflanze anzeigen, doch nicht gerade die einer einfach welkenden Pflanze — also bloße Welkeerscheinungen infolge gestörter Wasserzufuhr — sind. Völliger Verfall vollzieht sich hier in 2—3 Tagen (Abb. 3 und 4), der Wurzeltod wurde nach rund 4 Tagen konstatiert (Wurzelspitzen gelblich verfärbt, welk), selbstverständlich kommen aber die Folgen einer etwaigen Schädigung der Wurzel nicht erst nach deren Tode zum Vorschein.

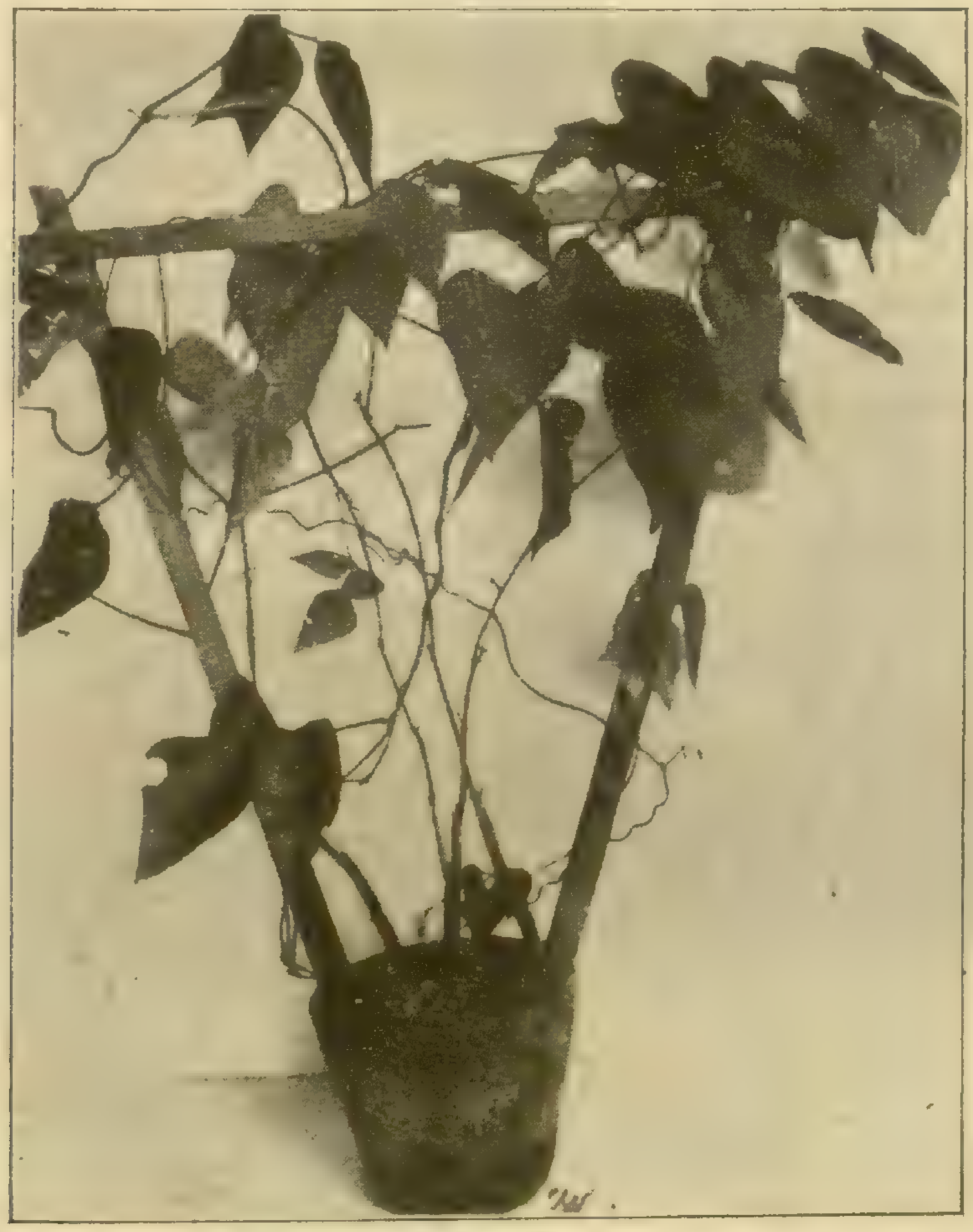


Abb. 4. Derselbe Topf wie Abb. 3, vor Einleiten des Gases (5. Sept.).

Man darf die Frage aufwerfen, ob das aufgenommene gashaltige Wasser tatsächlich auch direkt auf oberirdische Teile — also nicht nur auf junge Wurzeln — nachteilig wirken kann, diese Annahme bedürfte jedenfalls des Beweises; er ist nicht schwer, man kann ihn durch Experimente mit abgeschnittenen frischen Zweigen führen, die mit der Schnittfläche in solches Wasser eintauchen. Damit wird also gleichzeitig das Wurzelsystem ausgeschaltet. Die einzelnen Holzarten verhielten sich hier zwar nicht gleich, Zweige von Ilex z. B. starben zu jeder Jahreszeit alsbald ab (nicht dagegen in gasfreiem Kontrollwasser!), bei anderen wiederholte sich jedoch die gleiche Erscheinung wie bei den bewurzelten Bäumchen, sie starben zwar im Frühjahr[1]), doch nicht im Herbst

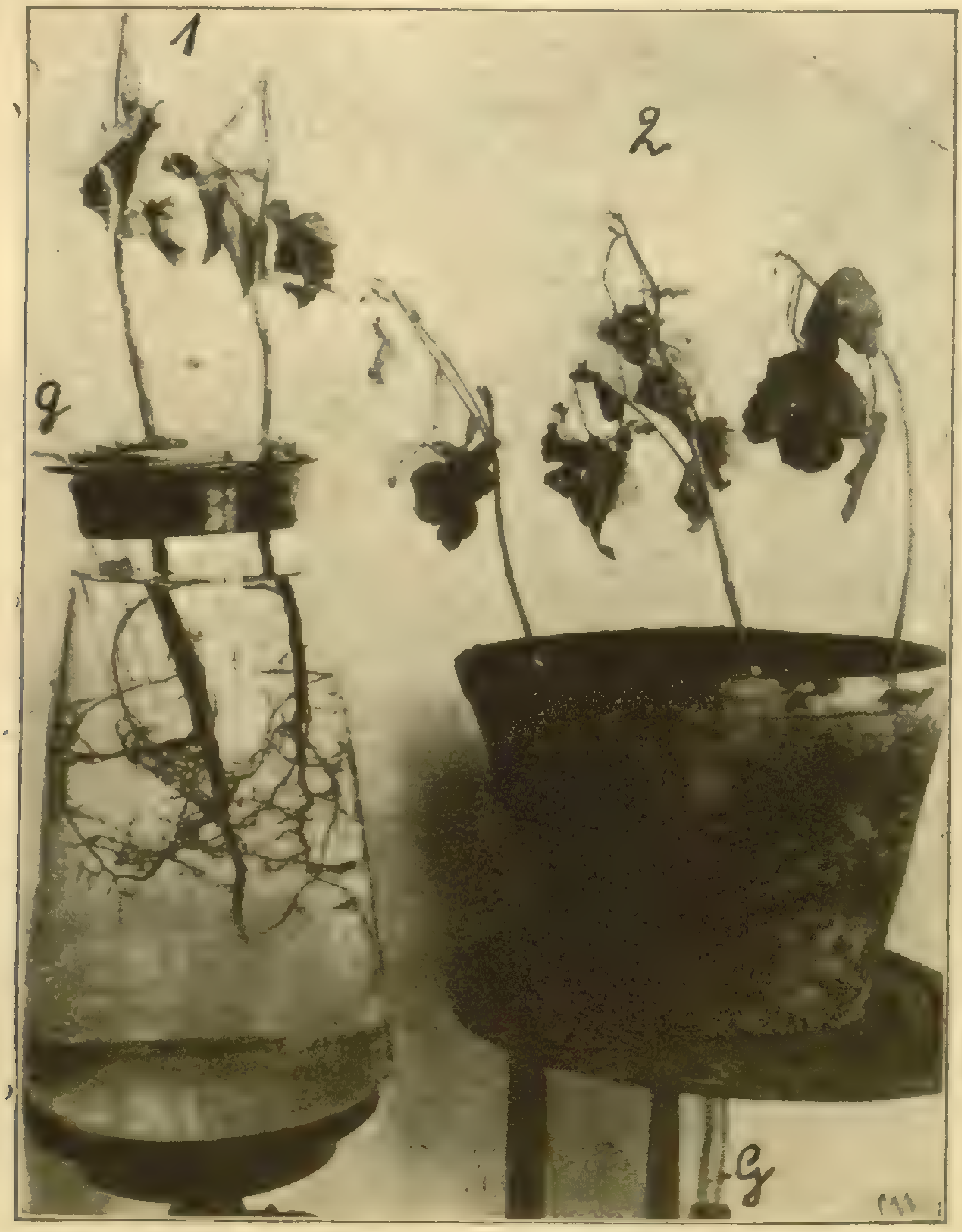


Abb. 5. Gleichaltrige **Ahorn**bäumchen (*A. Pseudoplatanus*), eingetopft und in Wasserkultur, im Juni durch Gas getötet (cf. Abb. 2 der Tafel II).

---

[1]) Auch die Rinde der scheinbar nicht gestörten Roßkastanienzweige (l. c. p. 408) erwies sich bei der späteren Untersuchung als abgestorben (nicht die der Kontrollzweige!).

(Linde u. a.). Dies könnte man zwar gegen eine Mitbeteiligung der Wurzel überhaupt deuten, das geht aber nicht notwendig daraus hervor, gleiche Wirkung kann durch verschiedenartige Ursachen erzielt werden, bei den Bäumchen kann also trotzdem die Wurzelschädigung ausschlaggebend sein; größere Empfindlichkeit jüngerer Axenorgane ist im allgemeinen ja nicht zweifelhaft. Auch bedurfte es bei den Zweigen durchweg doch wesentlich längerer Zeit zu solcher Schädigung. Übrigens reagierten bei der Linde Herbstzweige (l. c. p. 405) ganz ähnlich wie bewurzelte Bäumchen durch Blattfall.

Schädliche Wirkung des gasgesättigten Wassers konstatiert man gleichfalls auf abgeschnittene Blätter, die der Ulme starben in ihm noch einmal so schnell ab als in reinem Wasser (3—4 Tage); nicht minder auf Wurzel- oder Lenticellen-Bildung bei Zweigen verschiedener Holzarten (*Ribes, Populus, Ilex, Cornus* u. a.), solches fand nur in dem gasfreien Kontrollwasser statt. —

Meine Bäumchenversuche im Winter wurden teils im Kaltraum (4—10°), teils bei Zimmertemperatur (18—20°) gemacht, ein Unterschied war nicht wahrnehmbar; im Frühjahr wird übrigens festzustellen sein, wie sich die bei Versuchsabschluß noch normal aussehenden Pflanzen beim Austreiben verhalten. Kurz erwähnt sei hier, daß ich zum Vergleich noch die Gaswirkung auf das Wurzelsystem einiger krautigen Gewächse im Winter (bei 4—8°) verfolgte. Junge Kressekulturen reagierten jetzt erst nach ungefähr der doppelten Zeit (7—10 Tage) durch allmähliches Verwelken, eingetopfte *Prunella vulgaris* dagegen sehr schnell (4—5 Tage), halbjährige Pflanzen der zweijährigen *Digitalis* und *Oenothera* wieder ungemein langsam durch successives Verdorren, beginnend mit den äußeren größeren Blättern der Blattrosette, erst nach Wochen waren alle verwelkt und die Pflanzen tot. Hier also auch zur Zeit relativer Zellruhe Absterben des Laubblattes; wie sich Sommerpflanzen verhalten, bleibt noch festzustellen. —

Weiter verfolgt habe ich endlich die Frage nach der Natur der wurzelschädigenden Bestandteile des Leuchtgases, daß dies durch besondere Stoffe und nicht — wie SORAUER[1]) glaubte, — durch bloße Sauerstoffverdrängung, also rein physikalisch wirkt, unterliegt kaum einem Zweifel. Versuche zur Stütze seiner Hypothese hat SORAUER auch nicht gemacht, einige von ihm mitgeteilte Tatsachen widersprechen ihr direkt.

---

[1]) Landwirtsch. Jahrb. 1915, **48**, 279; Ztschrft. f. Pflanzenkr. 1916, **26**, 129. — In Durchführung wie Schlußfolgerungen scheinen mir diese sich im wesentlichen auf bloße mikroskopische Untersuchungen stützenden Arbeiten verfehlt.

Wenn diese Substanzen, wie schon früher hervorgehoben (l. c. p. 151), wasserlöslich sind, so müssen sie sich bei Wasserpassage des Gases ansammeln, das ist auch der Fall. Für die Versuche mit jungen Bäumchen wurden zum Beweise neben eingetopften, gleichzeitig Wasserkulturpflanzen benutzt, der kontinuierliche Gasstrom ging, ohne Berührung der Wurzel, blasenweis durch das Kulturwasser; das gewährleistet beiläufig noch eine gleichmäßigere Wirkung als bei Durchgang durch die Topferde, eliminiert auch von vornherein Gasbestandteile von minimaler Wasserlöslichkeit.

Dabei zeigte sich dann, daß der Erfolg seiner Art nach stets derselbe war, wie bei Verwendung von Topfpflanzen; die Gaswirkung geht auf das durchströmte Wasser über (Abb. 5), bei der Ulme zum Beispiel — ähnlich wie früher bei der Bohne (l. c. p. 405) — so schnell, daß Welkeerscheinungen bereits nach 1—2 Tagen begannen, also gleichzeitig mit dem Eintreten bei eingetopften Exemplaren; ebenso verhielten sich Herbst- und Winterpflanzen in Wasserkultur (Ahorn, Ulme u. a.) genau wie diese. Von Gasbestandteilen nimmt die Kulturflüssigkeit in deutlich nachweisbarem Grade zunächst nur so gut wie ausschließlich die charakteristischen Geruchstoffe auf und bei näherem Verfolg ergab sich unzweideutig, daß ihre schädliche Wirkung mit dem Gasgeruch kommt und geht.

Die Geruchstoffe sind nun — wie sich dann weiterhin ergab — nicht nur einfach flüchtig, sondern gleichzeitig spontan zersetzlich, auch in luftdicht verschlossenen Gefäßen verschwindet der Geruch des Wassers allmählich wieder, nicht minder wurde selbst intensiv riechende, frische „Gaserde“ alsbald wieder geruchlos; damit ist dann in beiden Fällen gleichfalls die schädliche Wirkung auf Pflanzen verschwunden. So entwickelte sich nach 14tägigem Stehen eines solchen gasgesättigten Wassers, auf dem Kressesamen zunächst nach kümmerlicher Keimung allmählich eingingen (Abb. 3 der Taf. II), jetzt die Neuaussaat rasch und ungestört (Abb. 4 der Taf. II), Bohnenkeimlinge wurden nicht mehr geschädigt u. a.; die anfangs keimungsstörende Gaserde hatte diese Eigenschaft — ähnlich wie nach sofortigem Auslaugen mit Wasser (l. c. p. 152) — verloren, ihre in luftdicht verschlossenen Gläsern vor dem Fenster aufgestellten Proben überzogen sich binnen Jahresfrist mit einer dichten grünen Vegetation von Algen und Moosen[1]), sie hatten jetzt reinen Tongeruch. Auf den Töpfen der gasgetöteten Bäumchen keimte und wuchs Kresse einige Wochen später ganz normal und ungestört (Topferde jetzt geruchlos).

Wenn hiernach auch eine nähere Beziehung der Träger des riechenden Prinzips[2]) unseres Leuchtgases zu seiner schädlichen Wirkung sehr nahe liegt, so ist damit über deren chemische Natur doch noch nichts ausgesagt, schließlich könnten sich unter ihnen selbst geruchlose Stoffe gleicher Zersetzlichkeit verbergen. Diese Fragen möchte ich zum Gegenstand einer besonderen Mitteilung machen.

Hannover, Technische Hochschule, Bacter. Laboratorium d. Techn.-Chem. Instituts.

Erklärung der Tafel II.

Abb. 1. Junge Coniferen im Mai durch 8tägige Gaswirkung auf das Wurzelsystem abgetötet. Die verdorrenden Pflanzen 5 Wochen später mit verfärbten, dürren, teils schon abgefallenen Nadeln. (Je 2 Exemplare *Picea pungens, Abies pectinata, A. concolor, Thuja occidentalis.*)

Abb. 2. Junger Ahorn (*Acer Pseudoplatanus*) nach 11tägiger Gaswirkung auf die Wurzel im September. Blätter abgefallen oder verwelkt, junge Triebaxe mit Knospen unverändert, lebend. Im gleichen Topf ein Exemplar von *Taraxacum officinale*, bereits nach 4 Tagen verwelkt. (Cf. Abb. 4 im Text).

---

[1]) Diese Erdproben waren anläßlich umfangreicher Gasschäden in Wilhelmshaven im Jahre 1916 am Wurzelsystem toter Straßenbäume (Ulmen) in der Tiefe von ca. 0,7 m nach vorsichtigem Abgraben entnommen und an Ort und Stelle in gereinigte Gläser mit eingeschliffenem Stopfen gefüllt; spielen da nicht etwa ganz besondere Zufälligkeiten mit, so enthielt also die Straßenerde (Kleiboden) in dieser Tiefe neben lebenden einzelligen Algen ebensolche ruhende Moossporen. Zwischen den Moospflänzchen fanden sich bei mikroskopischer Durchsuchung der grünen Vegetation zahlreiche junge Protonemen in allen Entwicklungsstadien. Das erinnert beiläufig an die Beobachtungen von PETER, KINZEL u. a. über verschüttete Phanerogamensamen.

[2]) Als Ursache des Gasgeruchs gelten nach H. BUNTE (Journ. f. Gasbel. 1885, 28, 645) insbesondere Acetylen und organische (aromatische) Verbindungen des Stickstoffs und Schwefels; Sicheres ist darüber nicht bekannt, diese in nur sehr geringen Mengen vorkommenden Verunreinigungen konnten bislang nicht isoliert werden.

Abb. 3. 4 Wochen alte verkümmerte Kresseaussaat auf Fließpapier in gashaltigem Wasser. Die Wurzel bleibt unentwickelt (stummelförmig, ohne Haarbildungen), so daß die Pflänzchen sich nicht aufrichten können, unter Vergilben allmählich eingehend.

Abb. 4. 4 Tage alte Kressevegetation aus neuer Aussaat auf demselben Wasser wie Abb. 5 im Text, nach Abstellen der Gaszuleitung und 14tägigem Stehen des Wassers. (Der Porzellaneinsatz des Keimapparates ist hier zwecks besserer Veranschaulichung vor der phot. Aufnahme etwas höher gestellt).

---

15. E. Bachmann: Neue Flechtengebilde.

(Mit Tafel III.)

(Eingegangen am 18. März 1918.)

Bei der Untersuchung des Lagers von *Chroolepus*- und *Scytonema*-Kalkflechten in Dünnschliffen und Mikrotomschnitten bin ich auf Gebilde gestoßen, die meines Wissens bei Flechten noch nicht gefunden worden sind: Sphäroidzellnester, Hyphenknollen und vagierende Gonidien.

Sphäroidzellnester sind kugel- oder länglichrunde, selten unregelmäßig gestaltete Vereinigungen von dünnwandigen, eng aneinanderliegenden, weiten Zellen, die durch gegenseitigen Druck vieleckig geworden und nur an der Kugeloberfläche von gekrümmten Flächen begrenzt sind. Wie Abb. 1, die Darstellung eines Querschnittes, zeigt, bestehen sie aus einem echten, weitmaschigen Paraplektenchym. Die Zellen sind 8—10, selten 12 μ weit; engere, deren Durchmesser bis auf 4 μ herabsinkt, sind nicht median angeschnitten. Im jugendlichen Alter führen sie innerhalb eines protoplasmatischen Wandbelegs ein farbloses, stark lichtbrechendes Öl. Jener verschwindet später, dieses erst mit beginnender Bräunung der Zellwand. Die Fettnatur dieses Inhaltsbestandteils läßt sich leicht nachweisen, wenn man ein Gemenge von starker Ammoniakflüssigkeit und konzentriertester Kalilauge hinzufließen läßt. Nach ein bis zwei Tagen haben sich besonders in der Umgebung herausgequetschter Öltröpfchen die schönsten, im polarisierten Licht leuchtenden Myelinkristalle gebildet.

Die Nester besitzen einen Durchmesser von durchschnittlich 60 μ und sind im Querschnitt aus 20 bis 30, körperlich gedacht aus Hunderten von ölstrotzenden Zellen zusammengesetzt. Es läßt sich leicht berechnen, daß ein Nest von 60 μ Durchmesser aus mehr als 400 Zellen von 8 μ und aus mehr als 200 Zellen von 10 μ Durchmesser zusammengesetzt sein muß. Es gibt aber auch Nester von 132×69 μ Inhalt. Da diese Sphäroidzellnester in entkalkten Flächenschliffen mancherorts scharenweise, in entkalkten Querschliffen betrachtet, in traubenähnlicher Gedrängtheit auftreten, ist die Zahl der Sphäroidzellen auf engem Raum zusammengedrängt geradezu erstaunlich und die Menge des in ihnen enthaltenen Öls so beträchtlich, daß dadurch die Fettansammlungen übertroffen werden, die ich früher in den Sphäroidzellplatten[1]) der Glimmerblättchen des von Kieselflechten bewachsenen Schönberger Granits nachgewiesen habe.

In Dünnschliffen sind die Sphäroidzellnester nur spärlich zu sehen, weil sich bloß die alten, lufterfüllten von dem Kalk abheben; auch in Mikrotomschnitten können sie (S in Abb. 2) wegen deren Dünne nur vereinzelt vorkommen. Sie treten gleich unterhalb der Gonidienzone auf und reichen durch die ganze Mark-, bis in die Rhizoidenzone, nicht selten bis über 1 mm Tiefe hinab, ausnahmsweise in der Gonidienzone bis nahe an die Epinekralschicht heran. Nachgewiesen wurden sie bei *Opegrapha saxatilis* DC., *O. saxicola* Mass. und *Gyalecta cupularis* (Ehrh.) Schaer.

Die Hyphenknollen können, wenn sie rundliche Gestalt haben, den Sphäroidzellnestern zum Verwechseln ähnlich sehen. Die chemischen Reaktionen mit Alkannatinktur oder mit dem Ammoniak-Kaligemisch erweisen jedoch die völlige Abwesenheit von Fett. Die schwache und vorübergehende Blaufärbung, die sie nach Zusatz von MAGNINscher Jodlösung meist annehmen, beweist, daß sie in der Hauptsache aus einem Kohlehydrat bestehen, das dem in manchen Flechtenhymenien enthaltenen, oft als Amyloid bezeichneten, ähnelt, kurz aus einer echten Flechtenzellulose. Auch im Mikrotomschnitt (Abb. 3, 4, 5) kann eine Verwechselung mit Sphäroidzellnestern nicht eintreten. Zwar sind beide von paraplektenchymatischem Bau, aber die Zellen der Hyphenknollen sind äußerst dickwandig und in ihrem engen Lumen völlig mit Protoplasma erfüllt. Ihre Wände sind nicht geschichtet, farblos, weißglänzend, wenn auch nicht so stark lichtbrechend, wie das Öl der Sphäroidzellen. Da alle Zellen kugel- oder länglichrund sind und doch lückenlos aneinander schließen, müssen sie durch Interzellularsubstanz miteinander verbunden sein. Auch diese ist farblos, aber durch ein anderes Lichtbrechungsvermögen vor der eigentlichen Zellwand ausgezeichnet. Das Gewebe ähnelt sehr dem des Hypotheziums von *Bacidia muscorum* und gewisser *Lecidea*spezies, nur daß hier die Interzellularsubstanz dunkel gefärbt ist und an Masse gegenüber der farblosen Membraninnenschicht bedeutend vorwiegt.

---

[1]) BACHMANN, E., Die Rhizoidenzone der Granitflechten. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 40.

Gefunden wurden diese Hyphenknollen bloß bei zwei Arten, bei *Opegrapha saxatilis* DC. und *Petractis clausa* (Hoffm.) Arn. Bei letzterer Art weichen die Knollen von der kugeligen oder länglichrunden Gestalt nicht wesentlich ab (K in Abb. 6) und sind aus sehr großen Zellen mit sehr engem Lumen zusammengesetzt (Abb. 5). Ihr Durchmesser beträgt 20—60 μ, der ihrer Zellen durchschnittlich 9,36 μ, der ihrer Lumina selten mehr als 1 μ. Sie reichen in dem durch Abb. 6 veranschaulichten Präparat bis zu 291,5 μ Tiefe. sind aber an anderen Stellen, wenn auch nur vereinzelt, noch 1 mm unter der Kalkoberfläche gefunden worden. Überall stehen sie mit plasmareichen oder auch schon abgestorbenen Hyphen in Verbindung, die sich durch 3—4mal größere Weite vor den gewöhnlichen, nur 1 μ dicken Hyphen der Markzone auszeichnen.

Die Hyphenknollen von *Opegrapha saxatilis* sind selten rundlich (Abb. 4), meist ganz unregelmäßig gestaltet (Abb. 3), nicht selten so lang gestreckt, daß man sie etwa mit *Dahlia*knollen vergleichen könnte. Eine solche hatte z. B. als Längsdurchmesser 82, als größten Querdurchmesser 16,3 μ; bei einer anderen betrugen diese Dimensionen 70 und 19,78 μ, während die durch Abb. 4 veranschaulichte Knolle 30,42 μ lang und 25,74 μ breit, die in Abb. 3 dargestellte, unregelmäßige 46,8 μ lang und an der schmalsten Stelle 16,38 μ dick war. Der Durchmesser ihrer Zellen beträgt bis 5,7 μ, der ihrer Protoplasten im Höchstmaß 2,7 μ; an fadenförmigen wurde bei 5 μ Länge nur 1 bis 1,5 μ Dicke gemessen. Die Knollen liegen unmittelbar unter der Gonidienschicht (Abb. 2), die gestreckten können sogar inmitten dieser Zone entspringen und reichen von da aus mit der inneren Hälfte ihres Körpers in die Markzone hinein. Selten erreicht eine von der Lageroberfläche aus gerechnet die Tiefe von 100 μ. Immer gehen von ihnen plasmaführende Hyphen aus, durch die sie, wie Abb. 4 zeigt, mit den umspinnenden Hyphen der Gonidienzone in Verbindung treten können, durch welche sie selbstverständlich auch mit dem Hyphennetz der Markzone verbunden sind.

An den aufeinanderfolgenden Schnitten einer Serie läßt sich einwandfrei verfolgen, daß diese Gebilde nicht hohl, sondern kompakt sind, daß sie demnach eine Anhäufung von Flechtenzellulose in so hohem Maße darstellen, daß man sich nicht vorstellen kann, die Flechte habe sie hervorgebracht, ohne Nutzen von ihr zu ziehen. Allein welche biologische Bedeutung die Hyphenknollen besitzen, darüber lassen sich nur Vermutungen äußern. Am zusagendsten erscheint mir die Annahme, daß sie bei der Wasserversorgung der Flechte ausgenutzt werden. Denn obschon sie nicht quellbar sind, wird ein Kalk, der reich an ihnen ist, in einer Feuchtigkeitsperiode mehr Wasser aufnehmen können, als reiner oder bloß hyphendurchwachsener Kalk. In jenen könnte es nur durch Kapillarspalten, an den Grenzen der verkrüppelten Kristalle oder längs ihrer Blätterdurchgänge eintreten. Beim Einlegen eines Dünnschliffes durch einen mit *Verrucaria calciseda* bewachsenen Kalk in 3prozentige Tanninlösung, darauf in ebensolche Eisenchloridlösung, habe ich gesehen, daß die Lösungen diesen Weg verschmähen, daß aber die Hyphen bis in große Entfernung vom Rande des Schliffes schwarz gefärbt worden sind, daß folglich sie Aufnahme- und Leitungsfähigkeit für Flüssigkeiten besitzen. Daraus würde sich auch die Bedeutung der Hyphen, die mit den Knollen in Verbindung stehen, ergeben: sie können das Wasser, das diese in Feuchtigkeitsperioden aufgenommen haben, in den darauffolgenden Trockenheitszeiten an die wichtigste Schicht des Flechtenlagers, die Gonidienzone, welche ihrer oberflächlichen Lage wegen zuerst austrocknet, allmählich abgeben.

Vagierende Gonidien: In Querdünnschliffen durch Amdener, mit *Gyalecta cupularis* (Ehrh.) Schaer bewachsenen Neocomkalk sieht man unterhalb der gelblichgrünen Gonidienschicht (Abb. 7) gelbe Kreise und Fäden, die bis zu 16, meist nur 12 μ Durchmesser bzw. Dicke besitzen. Die Fäden sind einfach oder wenig verzweigt und verlaufen meist geradlinig, oft Hunderte von μ weit. Für Hyphen sind sie viel zu dick; außerdem ist öfters ein enger Zwischenraum zwischen der Zellwand und der Wand des Kalkkanals zu bemerken, was für Algen charakteristisch ist, aber bei Flechtenhyphen niemals vorkommt. In der Tat sind das, wie nach der Entkalkung des Dünnschliffs leicht erkannt werden kann, *Chroolepus*fäden, gleich denen in der Gonidienschicht, von denen sie sich aber in folgenden Punkten unterscheiden: 1. Sie sind nie von Hyphen umsponnen, selten mit ihnen in lockerer Berührung. 2. Sie gehen viel tiefer in den Kalk hinab, manchmal bis zu der inneren Grenze der Rhizoidenzone. 3. Sie lassen die Grünfärbung der echten Gonidien vermissen, als ob sie gar kein Chlorophyll besäßen. 4. Sie sind reich an einem gelbroten Farbstoff, der im

Herbar ein Jahrzehnt lang erhalten geblieben ist, während freie *Chroolepus*fäden schon in Jahresfrist ausbleichen. 5. Ihre Zellen sind nicht tonnenförmig, sonder zylindrisch. Die Seitenwände der umsponnenen Gonidien sind stets nach außen gewölbt, oft bis zur Kugelform der Einzelzellen, während die der hyphenfreien gerade und zueinander parallel verlaufen. 6. Die Zellen sind viel länger als die umsponnenen, nämlich bis zu 84 μ, meist nur um 40 μ, wogegen die umsponnenen in der Regel bis 16, selten 20 μ Durchmesser besitzen. 7. Unter den hyphenfreien Algenzellen sind nicht wenige bereits abgestorben oder doch im Absterben begriffen, wie der Mangel oder die Armut an Protoplasma, womit häufig ein Faltigwerden der leergewordenen Zellhaut verbunden ist, erkennen lassen (Abb. 10: im langen Faden sind alle Zellen abgestorben).

Die im Dünnschliff (Abb. 7) und in Mikrotomschnitten (Abb. 6 u. 8) sichtbaren hyphenfreien Algenfäden lassen jeden Zusammenhang untereinander vermissen, sind aber in Wirklichkeit zusammengehörige Teilstückchen ein und desselben *Chroolepus*pflänzchens, das, an der Innenseite der Gonidienzone entspringend, in das Medium des Kalks hinabgewachsen ist, als ob gar keine Mark- und Rhizoidalhyphen vorhanden wären. In Abb. 10 ist ein solches Pflänzchen dargestellt, allerdings so, als ob alle seine Zweige in einer Ebene gelegen hätten. Das ist aber nur eine Druckwirkung des Deckgläschens; vorher spreizten sie strauchähnlich nach allen Seiten auseinander. Das Pflänzchen stammt von der Innenseite der Gonidienschicht von *Acrocordia conoidea* (Fr.) Kbr. und ist auf folgende Weise erhalten worden: Ein Stück des von dieser Flechte befallenen Kalkes ist in einem Reagierglas mit verdünnter Salzsäure so lange belassen worden, bis aller Kalk aufgelöst war. Dann wurde der Rest, nämlich das Flechtenlager, in ein Uhrglas gespült und so gelegt, daß es seine mit Perithezien besetzte Außenseite nach unten, die Mark- und Rhizoidenzone nach oben wendete. Die Hyphen beider Zonen flottierten im Wasser, sanken aber wegen ihrer Zartheit in sich zusammen, als man einen Teil des Wassers mit der Pipette absaugte. Über sie ragte dann das *Chroolepus*pflänzchen als starrgespreizter, kleiner Strauch empor, der sich mit dem Skalpell leicht abheben und auf einen Objektträger überführen ließ. Wegen seines völlig unabhängigen Umherschweifens in den inneren Regionen des Flechtenlagers, bezeichne ich seine Fäden als vagierende Gonidien, obschon sie letzteren Namen durchaus nicht verdienen, wenn man unter einer Gonidie eine Algenzelle versteht, die mit Flechtenhyphen in innigster Berührung steht, um einen gegenseitigen Stoffaustausch, wie er im Wesen der mutualistischen Symbiose liegt, zu ermöglichen. Bei allen *Chroolepus-* und *Scytonema*gonidien wird das durch wirkliche Verwachsung der beiden Flechtenkomponenten erreicht, bei Gallertflechten durch ihre Fähigkeit, enorme Wassermengen aufzunehmen, mit denen die *Nostoc*wände zu einer dünnen Gallerte aufquellen. In dieser liegen die Flechtenhyphen allseitig umschlossen, wie ein festes Nährstoffteilchen im Protoplasma einer Amöbe. Dort ein Verwachsen der beiderlei Wände, hier ein Umfließen der einen durch die anderen. Da bei den Collemaceen die Hyphen durch die ganze Dicke des Lagers verbreitet sind und überall von der *Nostoc*gallerte umflossen werden, sind sämtliche *Nostoc*fäden unter sich physiologisch gleichwertig, und derartige Flechten bezeichnet man als homöomere. Diesen Ausdruck auch auf *Chroolepus-* und *Scytonema* Kalkflechten mit vagierenden Gonidien anwenden zu wollen, wäre verfehlt. Zwar dringen diese hyphenfreien Algenfäden bei *Arthopyrenia saxicola*, *Sagedia byssophila*, *Gyalecta cupularis* und *Petractis clausa* bis in die untersten Tiefen der Rhizoidenzone, das sind 3 mm bei *Gyalecta cupularis* nach meinen, sogar 4 mm bei *Petractis clausa* nach FÜNFSTÜCKs[1]) Messungen. Alle diese Algenfäden der Tiefe haben jedoch im Gegensatz zu denen der Gonidienzone für den Haushalt der Flechte gar keine Bedeutung, wofür auch ihr baldiges Absterben, sowie der Umstand spricht, daß sie bei *Acrocordia conoidea* und *Opegrapha saxicola* manchmal gefunden, ein anderesmal vermißt werden. Kurz alle *Chroolepus*flechten besitzen einen heteromeren Thallus, auch *Petractis clausa*, bei welcher FÜNFSTÜCK[2]) nach Untersuchungen schwäbischer Exemplare nur hyphenfreie *Scytonema*fäden gefunden zu haben glaubt. Auf STEINER[3]) fußend behauptet er, daß „die *Scytonema*schnüre ein vollständig losgelöstes und zusammenhängendes Ganzes für sich bildeten, daß die Algen auf keinen Fall den Eindruck von Konsorten oder Nährwirten des Flechtenpilzes machten“. In diesem Falle dürfte *Petractis clausa* gar nicht zu den Flechten gerechnet werden. An Mikrotomschnitten kann man sich, nachdem sie mit Eisenalaun und Hämatoxylin gefärbt worden sind, leicht vom Gegenteil überzeugen.

---

1) FÜNFSTÜCK, M., Weitere Untersuchungen üb. d. Fettabscheidungen der Kalkflechten. Festschr. f. SCHWENDENER, Berl. 1899, S. 347.

2) Ebda, S. 351.

3) STEINER, Dr. JUL., *Verrucaria calciseda. Petractis exanthematica.* Sep.-Abdr. aus d XXXI. Progr. d. K. K. Staats-Obergymn. Klagenfurt 1881.

Hierüber und über die drei oben beschriebenen Flechtengebilde Näheres in einer in der Niederschrift vollendeten ausführlichen Untersuchung von *chroolepus-*, *scytonema-* und *xanthocapsa-*führenden Kalkflechten.

Erklärung der Tafel III.

Bedeutung der Buchstaben: a = Anheftungspunkt, G = Gonidie, Gs = Gonidienschicht, vG = vagierende Gonidien, K = Hyphenknollen.

Opegrapha saxatilis.

Abb. 1. Sphäroidzellnest im Querschnitt. 220/1.

Abb. 2. Querschnitt durch den äußeren Lagerabschnitt, Gonidien- und Markzone. 62/1.

Abb. 3. Hyphenknolle, die in einiger Entfernung unter der Gonidienschicht gelegen hat. 500/1.

Abb. 4. Hyphenknolle unmittelbar unter einer umsponnenen Gonidie. 500/1.

Petractis clausa.

Abb. 5. Hyphenknolle aus 110 μ Tiefe unter der Kalkoberfläche. 500/1.

Abb. 6. Querschnitt durch den äußeren Lagerabschnitt, Gonidien- und Markschicht. 62/1.

Gyalecta cupularis.

Abb. 7. Querdünnschliff durch Amdener Neocomkalk. 55/1.

Abb. 8. Zwei vagierende Gonidienfäden, von denen der untere abgestorben ist. 187/1.

Arthopyrenia saxicola.

Abb. 9. Querschnitt durch den äußeren Lagerabschnitt, Gonidien- und Markzone. 31/1.

Acrocordia conoidea.

Abb. 10. *Chroolepus*pflänzchen (vagierende Gonidie) als zusammenhängendes Ganzes von der Unterseite der Gonidienschicht, mit der es am Punkte a verbunden war, wegpräpariert. 28/1.

Mikrotomschnitte 5—7,5 μ dick, sämtlich nach dem Heidenhainschen Verfahren gefärbt.

16. Ernst Lehmann: Ueber die minimale Belichtungszeit, welche die Keimung der Samen von Lythrum Salicaria auslöst.

(Eingegangen am 20. März 1918.)

Man hat bisher nur wenig versucht, die minimalen Belichtungszeiten festzustellen, welche die Keimung lichtempfindlicher Sporen und Samen auslösen. Bei Sporen von Moosen, Farnen und Cyanophyceen hat man in der Regel eine dauernde Beleuchtung im Keimbett bis zum Auskeimen nötig befunden. Bei Samen herrscht über diese Frage noch sehr geringe Klarheit. Am bemerkenswertesten ist wohl die Mitteilung von RACIBORSKI (Bull. de l'inst. bot. de Buitenzorg 1910), welcher fand, daß eine einstündige Belichtung vorher imbibierter Tabaksamen genügt, um dieselben dann im Dunkeln zur Keimung zu bringen. Nähere Angaben über die benützte Belichtungsintensität und Keimtemperatur werden nicht erbracht.

Etwas eingehender hat sich erst OTTENWÄLDER (1914, Zeitschr. f. Botanik) mit dieser Frage bei *Epilobium hirsutum* beschäftigt. Er konnte zeigen, daß die geringste beschleunigende Belichtungsdauer für diese Samen von der Temperatur und der zur Verwendung kommenden Lichtintensität abhängig ist. Je höher die Temperatur und je stärker die Belichtungsintensität, desto kürzer wird die nötige Belichtungsdauer. Die kürzeste sicher noch die Keimung der Samen von *Epilobium hirsutum* beschleunigende Belichtungszeit betrug nach OTTENWÄLDER bei 25° und 250 H. K. ca. 5 Stunden. Bei 20° wirken niedere Intensitäten auch nach 24 stündiger Beleuchtung noch nicht, während höhere Intensitäten dann schon beginnen, eine merkliche Wirkung auszuüben.

Mir erschien die Frage nun wichtig genug, um sie bei einem möglichst lichtempfindlichen und schnell keimenden Samen nochmals aufzunehmen. Als geeigneten Samen glaubte ich den von

Lythrum Salicaria verwenden zu sollen. OTTENWÄLDER hatte gezeigt. daß schon eine Beleuchtungsintensität von $^1/_{100}$ Kerze hier noch keimbeschleunigend wirkt, und daß die Keimung innerhalb 24—48 Stunden abläuft. Ich konnte sowohl die hohe Lichtempfindlichkeit als den schnellen Keimungsverlauf durchaus bestätigen.

Ich benützte zu meinen Versuchen im Oktober 1917 gesammelte Samen von *Lythrum Salicaria* aus dem botanischen Garten Tübingen. Die Versuche wurden in gewohnter Weise in den schon früher von mir verwandten Keimapparaten im Dunkelzimmer des botanischen Institutes Tübingen angestellt. Die Verdunkelungen wurden, was bei diesem hochempfindlichen Samen Haupterfordernis ist. aufs sorgfältigste ausgeführt. Die Schalen wurden zu diesem Zwecke in gut schließende Blechbüchsen gebracht, nachdem sie vorher mit schwarzem Papier sorgfältig umgeben worden waren, oder aber es wurde die erste Büchse in eine zweite ebenfalls völlig dichte Büchse hineingestellt, um so eine doppelte Gewähr für sichere Verdunkelung zu haben. Die Büchsen wurden bis zur endgültigen Revision nicht geöffnet. Die Belichtung geschah für die höheren Intensitäten mit Osram-Azolampen von 750 bzw. 60 Watt, für die niedere Intensität von 2 Kerzen mit einer Osramlampe von 10 Kerzen. Die Beleuchtungsstärke wurde stets mit dem WEBERschen Photometer festgestellt. Die Temperatur im Apparat schwankte innerhalb 1—2 Grad. Es sei gleich hier bemerkt, daß diese Schwankungen für die Keimungsresultate, der, wie wir sehen werden, ungeahnt licht- und temperaturempfindlichen Samen von *Lythrum Salicaria* noch sehr merklich sind und eine Vergleichung der in den verschiedenen Tabellen mitgeteilten Ergebnisse untereinander deswegen nicht in allen Fällen tunlich ist. Die Samen wurden zu je 100 auf chemisch reines Filtrierpapier (SCHLEICHER und SCHÜLL 589) in Petri- oder kleine Kristallisierschalen ausgelegt und stets bei 30 Grad 24 Stunden, bei 20 Grad 3 Tage vor der Belichtung im feuchten Keimbett im Dunkeln gehalten. Die Belichtungen unterhalb 1 Sekunde wurde mit Momentverschluß einer Ica-Kamera ohne Linsen, in welcher die Schalen bei vollkommener Dunkelheit eingebracht worden waren, erzielt. Gleichzeitig mit sämtlichen Belichtungsversuchen wurden stets auch Kontrollversuche im Dunkeln durchgeführt, über welche die Tabellen mit berichten.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser so angestellten Versuche lassen sich aus der im folgenden gegebenen Auswahl aus meinen Versuchsprotokollen erkennen.

A. Untersuchungen bei ca. 20°.

Tabelle 1. Temperatur: 19·8—20·9°.
Lichtintensität: 730 H. K.

Es keimten nach 3 Tagen . . . Samen:	Dunkel		¼ Stunde belichtet		½ Stunde belichtet		1 Stunde belichtet	
	a	b	c	d	e	f	g	h
	0	0	10	13	12	16	18	26

Tabelle 2. Temperatur: 20·4—22·5°.
Lichtintensität: 730 H. K.

Es keimten nach 40 Stunden . . . Samen:	Dunkel		1 Minute belichtet		¼ Stunde belichtet		1 Stunde belichtet	
	a	b	c	d	e	f	g	h
	0	0	3	7	12	10	18	22
Es keimten nach 40 Stunden . . . Samen:	2 Stunden belichtet		5 Stunden belichtet		17 Stunden belichtet		40 Stunden belichtet	
	i	k	l	m	n	o	p	q
	28	19	61	55	98	92	99	98

B. Untersuchungen bei ca. 30°.

I. Lichtintensität 730 H. K.

Tabelle 3. Temperatur 29·5—31·4°.

Es keimten nach 24 Stunden . . . Samen	Dunkel		1 Sek belichtet				1 Min. belichtet		5 Min. belichtet		1 Stde. belichtet	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m
	1	2	39	29	32	17	47	48	76	79	89	86

Es keimten nach 24 Stunden . . . Samen	5 Stden. belichtet		8 Stden. belichtet		12 Stden. belichtet		dauernd belichtet	
	n	o	p	q	r	s	t	u
	97	94	98	100	96	98	99	98

Tabelle 4. Temperatur: 29·6—30°.

Es keimten nach 24 Stunden . . . Samen	Dunkel		ca. 1 Sekunde belichtet						dauernd hell	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
	1	2	54	58	48	45	27	29	99	98

Tabelle 5. Temperatur: 29 · 5—30 · 9 °.

Es keimten nach 24 Stunden . . . Samen	Dunkel				1/100 Sekunde belichtet			1/10 Sekunde belichtet					
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
	4	6	1	1	6	4	6	62	55	41	42	49	43

II. Lichtintensität 40 H. K.

Tabelle 6. Temperatur: 29 · 8—31 · 4 °.

	Dunkel				1 Minute belichtet				dauernd belichtet			
Es keimten nach	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m
24 Stunden			4	3			28	38			85	87
48 „ u. Samen	5	6			55	57			100	98		

III. Lichtintensität 2 H. K.

Tabelle 7. Temperatur 29 · 5—30 · 4 °.

Es keimten nach 24 Stunden . . . Samen	Dunkel		5 Sekunden belichtet				½ Minute belichtet				1 Min, bel.	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m
	1	2	16	16	18	23	20	15	14	9	13	10

Tabelle 8. Temperatur 29 · 5—29 · 8 °.

Es keimten nach 24 Stunden . . . Samen	Dunkel		1 Sekunde belichtet				1 Minute belichtet		5 Minuten belichtet	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
	7	4	26	22	41	20	41	29	37	43

Es keimten nach 24 Stunden . . . Samen	8 Stunden belichtet				12 Stunden belichtet		dauernd hell	
	l	m	n	o	p	q	r	s
	87	89	85	78	97	96	99	98

Tabelle 9. Temperatur 29 · 6—30 · 6 °.

Es keimten nach 24 Stunden . . . Samen	Dunkel				1 Sekunde belichtet				1 Minute belichtet			
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m
	0	2	1	1	41	35	20	10	32	33	21	16

Tabelle 10. Temperatur 29·8—30·9°.

Es keimten nach 24 Stunden . . . Samen	1 Sekunde belichtet					
	a	b	c	d	e	f
	9	9	8	6	8	6

IV. Verschiedene Lichtintensitäten.

Tabelle 11. Temperatur 29·1—30·1°.

	Dunkel				1 Min. belichtet 2 H. K.				5 Sek. belichtet 40 H. H.			
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m
Es keimten nach 24 Stunden	5	0			30	13			34	34		
„ 48 „ . . . Samen			1	2			26	12			35	24

	30 Sek. belichtet 40 H. K.				5 Sek. belichtet 730 H. K.				dauernd hell 40 H. K.			
	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
Es keimten nach 24 Stunden	23	23			42	41			93	94	98	99
„ 48 „ . . . Samen			37	34			46	39				

Tabelle 12. V. 10 Tage dunkel.

	a	b	c	d
Es keimten nach 10 Tagen . . . Samen	2	7	2	4

Die im vorhergehenden zusammengestellten Tabellen lassen zunächst erkennen, daß bei genügend imbibierten Samen von *Lythrum Salicaria* bei 20 Grad Keimbetttemperatur und 730 H. K. Belichtung schon eine Belichtungszeit von 1 Minute eine immerhin merkliche, wenn auch nur sehr schwache fördernde Wirkung auf die Keimung ausübt, welche bei längerer Belichtung dann stärker wird.

Als wichtigstes Ergebnis aber ist zu nennen, daß bei 30 Grad Keimbetttemperatur die minimale Belichtungszeit so überraschend gering wird, daß noch $^{1}/_{10}$ Sekunde Belichtung mit 730 H. K. innerhalb 24 Stunden zu ca. 50 pCt.

Keimung führt. Bei gleicher Temperatur ruft 1 Sekunde Belichtung mit 2 H. K. gleichfalls noch bemerkenswerte, in verschiedenen Versuchen allerdings etwas wechselnde Keimbeschleunigung hervor. Im Dunkeln keimen in derselben Zeit und bei gleicher Temperatur 6—7 pCt. Samen. Ja auch nach 10 Tagen sind im Dunkeln nicht mehr als 7 pCt. Keimlinge aufgelaufen (Tab. 12). Trotz bei 30° fast völlig ausbleibender Keimung in dauernder Dunkelheit sind also außerordentlich geringe Belichtungszeiten und Lichtmengen für die Keimung der Samen von *Lythrum Salicaria* notwendig. Dabei ist noch durchaus nicht sicher, daß wir mit den vorliegenden Versuchen schon an der unteren Grenze der notwendigen Belichtungsdauer angelangt sind, da bei höheren Intensitäten wohl noch kürzere Zeiten zur Einwirkung genügen werden und da auch $^1/_{10}$ Sekunde Belichtung mit 730 H. K. noch erhebliche Keimungen auslöste.

Die Zeit, welche von der Belichtung bis zur Keimung verstreicht, ist weiterhin eine sehr kurze, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht.

Temperatur 29·6—30·9°.
Lichtintensität 730 H. K.
Tabelle 13. Beleuchtungszeit 1 Minute.

Nach	8 Stunden				11 Stunden				15 Stunden			
waren aufgegangen	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m
. . . Samen	15	12	13	8	16	26	29	23	40	46	43	43

Nach	25 Stunden				48 Stunden			
waren aufgegangen	n	o	p	q	r	s	t	u
. . . Samen	64	62	64	60	61	59	57	54

Während also in keinem Dunkelversuch bei 30° auch über 10 Tage hin mehr als 7 pCt. Keimlinge beobachtet wurden — innerhalb der ersten 24 Stunden aber zurzeit nur 6 pCt. — treten im Gefolge 1 Minute langer Belichtung schon nach 8 Stunden durchschnittlich 12 pCt., nach 11 Stunden 23 pCt. Keimlinge auf. Eine Belichtung von 1 Minute bringt also die Samen von *Lythrum Salicaria*, welche im Dunkeln auch nach 10 Tagen nicht oder nur in sehr geringen Prozentsätzen auskeimen, innerhalb von 11 Stunden zu fast 25% zur Keimung.

Schlüsse für oder wider das Produktgesetz lassen sich aus den bisherigen Resultaten noch nicht ziehen. Das liegt einmal sicherlich daran, daß für diese Untersuchungen mit den überraschend empfindlichen Samen eine viel feinere Apparatur nötig ist, als ich sie bisher verwenden konnte. Dann aber kommen vielleicht auch noch gewisse Komplikationen in Frage, welche im Keimungsablauf begründet sind und das Produktgesetz zu verschleiern imstande sein könnten. Die quantitative Auswertung mit der angemessenen Apparatur dürfte hierüber gar bald die nötige Klärung erbringen. Bis dahin enthalte ich mich aller theoretischen Schlußfolgerungen.

---

17. A. Pascher: Ueber die Beziehung der Reduktionsteilung zur Mendelschen Spaltung.

(Eingegangen am 21. März 1918.)

Die MENDELschen Spaltungsregeln werden durch die Annahme zu erklären gesucht, daß die in der diploiden Bastardgeneration kombinierten Merkmalpaare bei der Reduktionsteilung voneinander getrennt werden, so daß zweierlei Sexualzellen entstehen: die eine Hälfte mit dem einen, die andere Hälfte mit dem anderen der beiden Merkmale. Diese Annahme ist die hypothetische Grundlage, aus der sich die MENDELschen Regeln — abgesehen von der Dominanzregel, die ja nicht eigentlich dazu gehört — von selber ergeben. Daß im Hinblicke auf ein kombiniertes Merkmalpaar zweierlei Sexualzellen gebildet werden, ist eine Annahme, die sich rechnerisch unter Berücksichtigung der Zahlenverhältnisse bei den Bastardnachkommen einerseits, wie auch aus der Tatsache der untereinander völlig selbständig spaltenden Eigenschaften retrospektiv erschließen und wahrscheinlich machen läßt. Sie besitzt einen sehr hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, weil wir mit ihr den allergrößten Teil der einschlägigen Untersuchungsergebnisse am einwandfreiesten erklären können.

Daß aber die MENDELspaltung tatsächlich auf die Reduktionsteilung zurückgeht, ist noch nicht beobachtet worden. Die haploiden Sexualzellen (Pollenkorn, Ei) sind bei den Diploiden zu gleichförmig, die in ihnen enthaltenen Anlagen treten nicht schon an ihnen morphologisch greifbar hervor, sie kommen erst in der diploiden Phase zur Auswirkung. Außerdem verläuft die Bildung der Sexualzellen hier zu versteckt; die durch sie vertretene haploide Generation tritt zu sehr zurück.

Diese Verhältnisse treffen nicht zu bei den Haploiden. Hier verbringt der Organismus sein vegetatives Leben im haploiden, gegebenenfalls einzelligen und einkernigen Stadium, seine charakteristischen Eigenschaften sind ausschlaggebend bereits in der haploiden Phase vorhanden. Die durch normale, vegetative Teilung entstehenden Gameten sind ihm an Valenz gleichwertig und geben bei der Verschmelzung die einzige Zelle der diploiden Phase, die diploide Zygote. In dieser entstehen dann durch die Reduktion vier (soweit nicht sekundäre Unterdrückungen stattfinden und einzelne Kerne — bis drei — ausfallen) aus der Zygote hervorgehenden neuen haploiden Individuen der neuen haploiden Phase. Die diploide Phase ist hier auf die einzige Zelle der Zygote beschränkt. Sie ist jeder einzelnen diploiden Zelle eines vegetativ diploiden Organismus, z. B. einer Samenpflanze homolog. Und da in dieser Zygote die Reduktionsteilung zur Bildung der haploiden Zellen vor sich geht, im Speziellen homolog jeder Sporenmutterzelle eines diploiden Organismus. Eine einzelne haploide Zelle und auch die ihr an Valenz gleichwertigen Gameten, sind dann homolog den bei den diploiden Organismen durch Tetradenteilung in der Sporenmutterzelle gebildeten haploiden Sexualzellen oder ihren Teilprodukten.

Alle, und damit auch in einem oder mehreren Merkmalen verschiedene haploide Organismen, tragen demnach die charakterisierenden Merkmale in jener Phase, die völlig homolog ist den durch die Reduktionsteilung der Sporenmutterzellen gebildeten Sexualzellen. Verschmelzen nun die Gameten zweier in einer oder mehreren Eigenschaften verschiedenen haploider Organismen, so bilden sie eine Heterozygote, die der amphimiktisch entstandenen Hybride zweier verschiedener Diploiden, z. B. zweier Samenpflanzen, spez. aber der durch einen artfremden Kern befruchteten Eizelle eines diploiden Organismus entspricht. Zugleich ist sie aber homolog jeder Sporenmutterzelle, in der sich bei der amphimiktischen Hybride die Reduktionsteilung vollzieht, wennschon bei den Diploiden die Reduktionsteilung gegenüber den Haploiden dadurch hinausgeschoben wird, daß bei ihnen das vegetative Leben in die diploide Phase verlegt ist. Die aus einer solchen Heterozygote haploider Organismen nach der Reduktionsteilung austretenden vier haploiden Zellen sind demnach homolog den aus den

Sporenmutterzellen durch Reduktion gebildeten Sexualzellen amphimiktischer hybrider Diploider.

Besteht nun die Annahme, die dem Erklärungsversuche der MENDELschen Spaltungsregeln zugrunde liegt: bei der Bildung der Sexualzellen hybrider diploider Organismen werden die Anlagen jedes vereinigten Merkmalpaares, resp. die vereinigten Merkmale, so auf die Sexualzellen aufgeteilt, daß die eine Hälfte der Sexualzellen die eine, die andere Hälfte die andere Anlage jedes Anlagen- bzw. Merkmalpaares besitzt, — zurecht, so muß dies notwendiger Weise an den vier reduzierten, haploiden Zellen, die aus der Heterozygote haploider Organismen austreten, in der Form zum Ausdruck kommen, daß immer zwei dieser vier reduzierten haploiden Zellen das eine, zwei das andere Merkmal des jeweils zusammengehörigen Merkmalpaares besitzen. Da die charakterisierenden Merkmale an der haploiden Phase morphologisch und physiologisch zum Ausdrucke kommen, so muß sich diese Aufteilung der Merkmale an den aus der Heterozygote austretenden vier Zellen durch direkte Beobachtung feststellen und nicht bloß retrospektiv erschließen lassen, wie dies für die haploiden Zellen Diploider der Fall ist, die bloß die ausgespaltenen „Anlagen“ nicht aber die ausentwickelten Merkmale in sich tragen.

Gelingt diese Feststellung[1]), dann ist die Annahme, die den MENDELschen Spaltungsregeln zugrundegelegt wird, als Tatsache bewiesen, wie HARTMANN bereits 1912 (Zool. Jahrb. Suppl. Festschrift für SPRENGEL für die haploid parthenogenetischen Tiere ausgeführt hat.

Diese Feststellung ist bereits gemacht. Ich greife dazu auf meine seinerzeit in diesen Berichten (1916, Bd. XXXIV, S. 228) wiedergegebenen Kreuzungsversuche an *Chlamydomonas* zurück. Damals wurden nur die nackten Tatsachen mitgeteilt.

Gekreuzt wurden damals zwei *Chlamydomonas*arten. *Chlamydomonas* ist eine typische Haploide, ihre Gameten entstehen durch vegetative Teilung aus den Einzelindividuen, die ihnen an Valenz gleich sind. Die beiden Arten unterscheiden sich durch folgende Merkmale:

---

[1]) Für Bienen (1915) von NEWELL gemacht. In einem demnächst in der Zeitschrift für induktive Abstammungslehre erscheinenden Arbeit wird HARTMANN eingehend über die bisherigen Vererbungsversuche an Haploiden und ihre theoretische Bedeutung berichten.

	Chl. I	Chl. II.
Form	eirund, vorne birnförmig verschmälert	fast kugelig
Membran	zart ohne vordere Papille	derb mit Papille
Chromatophor	seitenständig	grundständig
Augenfleck	strichförmig	fleckförmig

Die Heterozygoten zwischen beiden standen in der Mitte zwischen den beiden Homozygoten und bildeten wie diese nach der Reduktion vier neue Individuen. Es konnten 13 dieser Heterozygoten weiter entwickelt werden. An fünf davon wurde die Keimung und der Austritt der vier neuen Individuen direkt beobachtet.

Die aus den Heterozygoten entstandenen Generationen lassen sich in zwei Gruppen teilen: Ein Teil der Heterozygoten bildete absolut rein beide Stammarten wieder. Ein anderer Teil aber nur Mischformen, oder neben diesen neuen Kombinations-Mischformen eine der beiden Stammarten anscheinend rein.

Eine dieser Heterozygotenkulturen enthielt vier solcher Neukombinationen.

	Körper	Membran	Papille	Chromatophor	Augenfleck
a	birnförmig	zart	0	seitenständig	strichf.
b	birnförmig	zart	0	grundständig	fleckf.
c	kugelig-ellipsoid.	derb	ja	seitenständig	strichf.
d	kugelig	derb	ja	grundständig	fleckf.

Ohne auf die Frage einzugehen, wie diese Neukombinationen zytologisch zu erklären sind, sei darauf hingewiesen, daß tatsächlich jedes einzelne Merkmal jedes Merkmalpaares in zwei Kombinationen auftritt: an zwei Kombinationen der birnförmige, an zwei der kugelig bis ellipsoidische Körper, an zwei die zarte Membran ohne Papille, an zwei die derbe Membran mit Papille, zwei besitzen den basalen Chromatophoren mit fleckförmigen, zwei den seitenständigen mit strichförmigem Stigma. Dennoch hat sich tatsächlich jedes der in der Heterozygote vereinigten Merkmalpaare bei der Reduktion getrennt und so auf die vier reduzierten Zellen verteilt, daß zwei dieser Zellen immer das eine, zwei das andere Merkmal bekamen. Das trifft auch zu, wenn wir annehmen, was ja wahrscheinlich zutrifft, daß manche dieser Merkmale innerlich zusammen angehören, wie z. B. gewiß Membran- und Papilleform zusammen, Chromatophor und Stigma immer in bestimmter Weise zusammen vorkommen.

Daß sich hier die einzelnen Merkmale nach der Reduktionsteilung nicht so an den Zoosporen der Heterozygote zusammenfinden, daß sie je zwei und zwei den beiden Stammarten entsprechen, sondern daß sie gewissermaßen untereinander ausgewechselt sind[1]), also Mischformen entstehen, ist für unsere momentane Betrachtung nebensächlich.

In andern fünf Kulturen der aus den Heterozygoten gewonnenen Nachkommen traten nur die reinen Eltern auf und zwar in morphologisch wie physiologisch vollständiger Übereinstimmung. Die Verhältniszahlen waren in den Kulturen nicht, wie es eigentlich zu erwarten war, 1 : 1 ; es hing das aber mit der verschiedenen Teilungsgeschwindigkeit beider Arten zusammen. Es läßt sich unter Berücksichtigung derselben tatsächlich wahrscheinlich machen, daß die Kultur von je 2 Zoosporen jeder der aus den beiden Heterozygoten ausgetretenen reinen Stammformen, ausgingen.

Das zeigte auch die direkte Beobachtung. Ich konnte viermal direkt beobachten, daß die keimende Heterozygote vier Schwärmer entließ, von denen zwei der einen, zwei der anderen Stammform entsprachen[2]).

Es hat demnach in diesen Zellen tatsächlich eine völlig reine Ausspaltung der Eigenschaften an den reduzierten Zoosporen — die völlig homolog sind, den bei der Reduktionsteilung gebildeten Sexualzellen Diploider — stattgefunden. Hier haben sich außerdem, die aufgespaltenen Eigenschaften artgemäß an je zwei Individuen zusammengefunden, daß tatsächlich die reinen Stammeltern zustandekamen, während im vorhergehenden Falle diese aufgespaltenen Eigenschaften unregelmäßig zusammentraten und haploide Neukombinationen — Haplomikten — bildeten.

So erscheint der Ring geschlossen. Die als bloße, allerdings höchst wahrscheinliche Annahme hingestellte Anschauung: die in der Heterozygote kombinierten Anlagen resp. Merkmale spalten sich bei der Reduktionsteilung so auf, daß die eine Hälfte der reduzierten haploiden Zellen von jedem Anlagepaare die eine väterliche, die andere Hälfte die andere — weibliche — Anlage (statt Anlage kann bei den Haploiden direkt Merkmal-Eigenschaft gesetzt werden), mitbekommt[1]), eine Anschauung, die den Erklärungsversuch für die MENDELsche Spaltungsregeln darstellt, erscheint durch diese Beobachtungen an *Chlamydomonas* als Tatsache gesichert. In der Reduktionsteilung liegt tatsächlich die Ursache der MENDELschen Spaltungen.

---

[1]) Solche Neukombinationen nannte ich Haplomikten, analog dazu könnte man diploide Neukombinationen Diplomikten nennen.

[2]) In meinem Bericht erwähnte ich, um dem Problem ganz ohne vorgefaßte Meinung gegenüberzustehen, die eine Denkmöglichkeit, daß sich hier die Kerne nicht völlig verbanden, sich nicht völlig verschmolzen haben und sie sich dann trennten. Dieser Denkmöglichkeit steht entgegen die Tatsache, daß in 35 Heterozygoten tatsächlich Verschmelzung beobachtet wurde, sowie daß aus den Heterozygoten vier Zoosporen austraten, was dem Vorgange der Reduktionsteilung entspricht.

Prag, Ende Februar 1918.

18. A. Pascher: Oedogonium, ein geeignetes Objekt für Kreuzungsversuche an einkernigen, haploiden Organismen.

(Eingegangen am 21. März 1918.)

Die Kreuzungsversuche an *Chlamydomonas*, wie an *Phycomyces* haben die große Bedeutung derartiger Versuche an Haploiden gezeigt. Diese Objekte haben den großen Vorteil der raschen Aufeinanderfolge der Generationen und damit oft den der völligen Unabhängigkeit vom Wechsel der Jahreszeiten. Ferner aber den Vorteil, die dem Spaltungsprozesse zugrundeliegenden Vorgänge bei der Reduktion der diploiden zur haploiden Phase, die bei den Diploiden so sehr verdeckt sind, ungleich klarer erkennen zu lassen, wie ja die vorstehende Notiz über *Chlamydomonas* zeigt. Die Nachteile der Haploiden sind die Beschaffung und Kultur geeigneten Materiales, ein Umstand, der ja bei den Pilzen eine geringere Rolle spielt, dafür aber umsomehr bei den Algen, und ferner vor allem die Schwierigkeit der Herstellung jener natürlichen Bedingungen, die zur Bildung der Geschlechtsprodukte, zur Erstellung der Heterozygote und ihrer Keimung notwendig sind. Damit ergibt sich aber eine viel größere Abhängigkeit von „Zufällen“. Meistens sind es aber technische Schwierigkeiten, die solche Versuche an einkernigen Haploiden ausschließen.

---

[1]) Daraus ergibt sich, daß von Haploiden jene am besten für Kreuzungsversuche geeignet sind, die aus den Zygoten vier haploide Zellen liefern. Demnach sind die Zygnemataceen und die Characeen, die drei reduzierte Kerne, wie auch die Desmidiaceen, die zwei unterdrücken, nicht sehr geeignet.

Nun gibt es allerdings eine Reihe von Objekten, die unschwer zu behandeln sind. Vor allem die getrenntgeschlechtigen Characeen. Bei breit angelegten Kulturversuchen sind hier Kreuzungsexperimente unschwer zu machen, sie werden hier wesentlich durch die große Widerstandskraft der Characeen, sowie durch die Größe der vegetativen und sexuellen Organe und der reifen Oosporen wesentlich erleichtert. Ich habe bei *Chara ceratophylla* ♀ mit *Chara foetida* ♂ reife Heterozygoten erzielt. Es ist verwunderlich, daß die Characeen nicht bereits längst zu ausgedehnten Kreuzungsversuchen verwendet wurden, und daß erst ERNST mit seinen klassischen Untersuchungen der *Chara crinita* diese Möglichkeit veröffentlichte. Meine eigenen Versuche wurden orientierend 1911/1912 gemacht.

Versprechende Objekte sind ferner die Zygnemataceen; ich erwähnte bereits in meinem Berichte über die Kreuzungsversuche an *Chlamydomonas* (diese Ber. 1916, XXXIV), daß mir die Herstellung von *Spirogyra*-Heterozygoten gelang; eine brachte es bis zur Bildung eines wenigzelligen Keimlings.

Characeen wie Zygnemataceen haben aber den Nachteil, daß bei der Reduktionsteilung in der einzigen diploiden Zelle, der Zygote resp. Oospore, drei der reduzierten Kerne zugrunde gehen und nur eine einzige Zelle sich daraus weiterentwickelt, während, wie ich in der vorstehenden Notiz über *Chlamydomonas* zeigte, das Wertvolle an diesen Versuchen die direkte Beobachtung der vier aus der Heterozygote austretenden reduzierten Zellen, z. B. der Zoosporen die aus ihr ausschlüpfen und zu neuen Individuen heranwachsen, ist. Damit ergibt sich ja die Möglichkeit, die reine Aufspaltung der elterlichen Eigenschaften bei der Bildung der haploiden Phase direkt zu beobachten.

Chlamydomonas ist nun ein sehr schwieriges Objekt. Die höheren Grünalgen spez. Ulotrichales, die in Frage kämen, sehen sich in den aus der Zygote keimenden Zoosporen so ähnlich, daß sich schwer auch nur eine Mutmaßung über die Zugehörigkeit beider unter Zoosporenformen machen läßt. Die Mesotaeniaceen, die ebenfalls vier Keimlinge aus der Zygote liefern, keimten in der Kultur sehr unwillig. Die Desmidiaceen wieder bilden nur zwei Keimlinge. Die neuen Untersuchungen über den Generationswechsel der Phaeophyceen, lassen dringend wünschen, hier Kreuzungsversuche zu machen, umsomehr als die Versuche kaum große technische Schwierigkeiten machen dürften. Ebenso scheinen gewisse Meeressiphonalen vorzügliche Objekte zu sein.

Nach einigen Versuchen, die ich machte, aber aus verschiedenen Gründen nicht zu Hauptversuchen ausweiten konnte — es fehlten mir Mittel und Räumlichkeiten für ausgedehnte Versuche — haben sich *Oedogonium*-arten als sehr günstig erwiesen. Diese Erfahrung ging von der Beobachtung aus, daß sich in größeren, aus verschiedenen Arten sich zusammensetzendem Materiale, manchmal Formen fanden, die sich speziell in den Oosporen nur als Hybride deuten ließen. Ich meine bestimmt, daß einige *Oedogonium*-„arten“, derartige nur ein, oder wenige Male beobachtete Hybride sind, besonders dann, wenn die reifen Oosporen intermediäre Eigenschaften besitzen und nur darin die Unterschiede gegenüber anderen Arten liegen, während sich die vegetativen Zellen völlig mit einer Art decken. Dann scheint oft die intermediäre Oospore eine Heterozygote zu sein.

Die meisten *Oedogonium*arten lassen sich nun sehr leicht ziehen und sind sehr wenig empfindlich, die meisten wachsen auf hartem Nährboden ganz ausgezeichnet. Die Bildung der Zoosporen macht keine Schwierigkeiten, ich verweise auf die Arbeiten KLEBS' über *Oedogonium*. Es können selbstverständlich nur getrennt geschlechtige Arten in Frage kommen, zum mindesten ist es notwendig, daß die Art, der das Weibchen entnommen ist, dioecisch ist. Von vorneherein wäre anzunehmen, daß die dioecischen Formen mit Zwergmännchen besonders geeignet wären. Ich habe aber keine Erfahrung darüber. Es kämen dann wohl die Operculatae und von diesen die dioecisch-nannardrischen Globosporae in Betracht. Die Isolierung einzelner Fäden ist bei einigem technischen Geschick sehr leicht, damit ist auch die Vereinigung der beiden nach Geschlecht und Art verschiedenen Fäden in einem engen Raum — ich arbeitete mit kleinen Tuben — leicht.

Die reifen Oogonien sind leicht zu beobachten und da sie bei vielen Arten oft reihenweise gebildet werden und ziemlich groß sind, ohne große Verluste zu erhalten. Ich übertrug die Fäden mit anreifenden Oosporen auf Agar, dort reiften sie tadellos aus und konnten gelegentlich weiter verarbeitet werden. Die reifen Oosporen sind bei den einzelnen Arten meist deutlich verschieden.

Nun sind die Oedogoniaceen dadurch wertvoll, daß sie im Gegensatz zu anderen oogamen Grünalgen, wie z. B. *Vaucheria* — *Sphaeroplea* kommt nicht in Betracht, weil .sie aus den reifen Oosporen keine Zoospore mehr bildet — aus den keimenden Oosporen vier Zoosporen entwickeln, so daß sich also hier alle vier bei der Reduktionsteilung entstehenden Kerne weiterentwickeln.

Ich habe keine Art gefunden, die nur 2 Zoosporen aus der befruchteten Oospore entwickelte, während es solche *Chlamydomonas*-arten gibt. Die keimende Oospore läßt daher bei *Oedogonium* dieselben Vorgänge direkt beobachten, wie die Zygote vieler *Chlamydomonas*-Arten — nur ist die ganze Untersuchung viel weniger mühselig. Die aus den Oosporen austretenden Zoosporen keimen sehr leicht.

Wichtig und vorteilhaft ist hier der Umstand, daß die Zoosporen, die aus der Oospore hervorgehen, mit den aus vegetativen Zellen gebildeten Zoosporen im wesentlichen übereinstimmen, nur etwas kleiner sind. Die einzelnen *Oedogonium*arten zeigen nun in den Zoosporen wesentliche Unterschiede, es gibt Arten mit fast kugeligen Zoosporen, deren apikales hyalines Ende scharf und solche, bei denen es nicht scharf abgesetzt ist, ellipsoidische, birnförmige Zoosporen mit oder ohne scharf abgesetztem Vorderende. An der Form wird immer zäh festgehalten. Darauf habe ich bereits 1907 in meinen „Studien über die Schwärmer einiger Grünalgen“ hingewiesen. S. 73: „Die einzelnen *Oedogonium*-arten weichen in der Morphologie der Zoosporen gar sehr voneinander ab. Es gibt bestimmte Artgruppen in der Gattung *Oedogonium*, die gleiche Zoosporenform haben und die anderen Gruppen mit anderen Zoosporenformen scharf gegenüberstehen. Man darf nun nicht glauben, daß diese durch die Form der Schwärmer sich ergebenden Gruppen sich decken mit den in der üblichen Systematik festgehaltenen Gruppen. Das ist in keiner Weise der Fall. So konnte ich für die Gruppe der *Oedogonium*-arten, die durch fast kugelige Form, sowie durch ein scharf abgesetztes, fast halbkugeliges hyalines Vorderende der Zoosporen charakterisiert ist, gynandrische, makrandrische und sogar nannandrische Formen finden Gleiches wird sicherlich auch für Gruppen der Oedogoniaceen zutreffen, die durch andere Zoosporenformen charakterisiert sind.“

Besitzen nun die beiden zur Kreuzung gebrachten Arten tatsächlich morphologisch weit abstehende Zoosporenformen, so kann mit viel leichterer Methodik als bei *Chlamydomonas*, dennoch dasselbe Resultat, die direkte Beobachtung der aus der Heterozygote ausspaltenden Zellen, erreicht werden.

Demnach besitzen die Oedogoniaceen mannigfache Vorteile für Kreuzungsversuche. Die Materialbeschaffung ist bei einiger Kenntnis der heimischen Algenflora nicht übermäßig schwierig, sobald konsequentes Nachsuchen erfolgt; die Materialbeschaffung scheitert ja meist daran, daß aus gelegentlichen Stichproben unzutreffende Schlüsse gemacht werden. Die einzige schwierige, allerdings wichtige Sache liegt in der Erstellung geschlechtsreifer Individuen, doch ist hier gerade durch KLEBS viel vorgearbeitet worden.

Noch seien einige empfehlenswerte Arten angegeben. Kleine dünnfädige Arten scheiden von vorneherein aus. Bemerkenswert wären: *Oedogonium cardiacum, capillare, rivulare, Boseii, Landsboroughi, crassum, grande, punctulato-striatum, Braunii, Cleveanum, Hystrix, Willeanum, concatenatum, maerandrum, longatum, acrosporum, cyathigerum, pluviale.*

Prag, Ende Februar 1918.

---

19. O. Renner: Versuche zur Mechanik der Wasserversorgung.[1])

(Eingegangen am 25. März 1918.)

3. *Zur Methodik der Messung der Saugkraft.*

Eben ist eine Arbeit von NORDHAUSEN[1]) erschienen, in der gegen das von mir[2]) angewendete Verfahren der Saugkraftmessung Einspruch erhoben wird. NORDHAUSEN analysiert die Protokolle einiger besonders ungünstig und undurchsichtig ausgefallenen Versuche und glaubt auch die Schlüsse, die ich aus den klareren Experimenten gezogen habe, in Bausch und Bogen ablehnen zu dürfen.

Bei dem Versuch 364 (S. 219) ist ausdrücklich hervorgehoben, daß der Wert der reinen Pumpensaugung willkürlich zu hoch angesetzt ist; späterhin habe ich bei ähnlich verlaufenen Versuchen auf die Schätzung der Saugkraft ganz verzichtet. Die „negativen Vorzeichen“ der Pumpensaugung kommen selbstverständlich dadurch zustande, daß die Saugung des Stumpfes rasch abnimmt und die Saugwirkung der Pumpe sehr gering ist; gelegentlich werden auch Ablesefehler mit im Spiele sein, die um so mehr ins Gewicht fallen, je langsamer die Bewegung des Meniskus in der Kapillare ist. Der Versuch 331 (S. 222) hatte einen ganz anderen Verlauf, als NORDHAUSEN ihn nach dem nur auszugsweise mitgeteilten Protokoll sich vorstellt; der negative Wert der reinen Pumpensaugung, mit dem NORDHAUSEN sich so eingehend beschäftigt, war in Wirklichkeit gar nicht vorhanden, weil zwischen den zwei betreffenden Werten (ohne Pumpe 1,7 mm, mit Pumpe 1,5 mm) ein Zeitraum von 10′ liegt. Das fragliche Stück des Protokolls heißt: ohne Pumpe (8^h 42′—8^h 45′) 1,7, 1,8, 1,7 mm in je 1′; mit Pumpe (8^h 46′—8^h 56′) 2, 1,8, 1,7, 1,5, 1,8, 1,8, 1,5, 1,5, 1,4, 1,4; ohne Pumpe (8^h 57′—9^h) 1,1, 1,2, 1,2. Im übrigen erscheint mir der Versuch aus verschiedenen Gründen noch heute so undurchsichtig, daß ich es für aussichtslos halte, ihn eingehend zu analysieren. — Wie ich den Wert des Zahlenmaterials nicht bloß eines einzelnen Experimentes, sondern der ganzen Versuchsreihe beurteilt habe, geht aus dem Satz (S. 230) hervor: „Auf die absoluten Zahlen ...... soll ... gar kein Gewicht gelegt werden".

---

[1]) NORDHAUSEN, Zur Kenntnis der Saugkraft und der Wasserversorgung transpirierender Sprosse. Jahrb. f. wiss. Bot. 1917, Bd. 58, S. 295. — Ueber gewisse Einzelheiten der Versuchsanstellung vgl. NORDHAUSEN, Ueber die Saugkraft transpirierender Sprosse. Diese Berichte, 1916, S. 619.

[2]) RENNER, Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Wasserbewegung. Flora 1911, Bd. 103, S. 171.

Befremdend ist das Erstaunen NORDHAUSEN's darüber, daß ich in den Zweigen bewurzelter, voll turgeszenter Pflanzen bei regnerischem Wetter niedrigere Zugspannungen gefunden habe[1]) als in Objekten, die auf dem Potetometer künstlich zum Welken gebracht waren. Vollends unverständlich ist mir der Einwand, den er (S. 296) gegen meine Gewohnheit erhebt, die auf dem Potetometer stehenden Zweige durch Abschneiden in der Luft zu entgipfeln. Die Luft, die von der oberen Schnittfläche her notwendig in die Gefäße eindringen muß, wird von der Pumpe doch ebenso leicht, ja noch leichter ausgesogen als Wasser. Wenn NORDHAUSEN die Störung, die die Wasseraufnahme in einen beblätterten Zweig durch das Abschneiden in Luft erleidet, zur Begründung seines Bedenkens heranzieht, so halte ich es für überflüssig, auf den fundamentalen Unterschied näher einzugehen, der zwischen der wasseraufnehmenden und der bei Pumpensaugung den Wasseraustritt vermittelnden Schnittfläche in bezug auf die durch Lufteintritt entstehenden Veränderungen der Leitfähigkeit besteht. Mißlich bleibt das Anbringen einer Schnittfläche, wo vorher organischer Zusammenhang war, natürlich immer. Doch habe ich mich oft durch Beobachtung der Pumpensaugung nach Beseitigung der Klemme davon überzeugt, daß der durch die Schnittfläche vielleicht eingeführte Widerstand gegenüber dem durch Klemmen herbeigeführten sicher sehr gering ist.

NORDHAUSEN glaubt meine Methode dadurch verbessern zu können, daß er einen Tonwiderstand von bekannten, konstanten Eigenschaften vor den saugenden Zweig schaltet, statt durch Klemmen usw. den Widerstand in das Objekt hinein zu verlegen; Vergleichsmaß ist wie bei mir die Saugwirkung einer Wasserluftpumpe. Dabei übersieht er aber völlig das Moment des wirksamen Querschnitts des Objekts. Es wird doch niemand glauben, wie NORDHAUSEN stillschweigend annimmt, daß ein Zweig, der ja Mark besitzt, den ganzen Querschnitt der Tonsäule, auf die er aufgekittet ist, gleichmäßig für die Wasserförderung ausnützt. Ja, NORDHAUSEN erwartet sogar von den isolierten Gefäßbündeln des Blattstiels von *Anthriscus silvester* (S. 321), daß sie die ganze Stirnfläche des Widerstandes beanspruchen, wie es die Pumpe tut, wenn sie über dem Tonzylinder ein Vakuum herstellt.[1]) Auch ob der als Kitt dienende zunächst fast schlagrahmartig weiche (1916 S. 621) Ton zu Beginn der Zweigsaugung in die weiteren Gefäße hinaufgetrieben wird und den Filtrationswiderstand der Leitbahnen erhöht, etwa durch Einführung von Gas-„Keimen“ störend wirkt, wird nicht erörtert. Die Schnittflächen bleiben (nach brieflicher Mitteilung) während der Montierung der Objekte am Stativ bis zum Einsetzen in die Kittmasse benetzt; wenn wirklich in allen Versuchen eine Luftverstopfung von dieser Seite ausgeschlossen worden ist, so wissen wir doch nicht, ob nicht von vornherein eine größere oder geringere Zahl von Gefäßen in der Nähe der Schnittfläche Luftblasen führte und somit nicht imstande war, eine Zugspannung auf den Widerstand zu übertragen. Die Erfahrung, daß ein durch Kochen luftfrei gemachtes (!) auf den Tonzylinder aufgekittetes Stück Koniferenholz vom selben Querschnitt, wie ihn die Tonsäule hat[2]), die durch die Pumpe herbeigeführte Filtration nicht wesentlich verringert, läßt keinen Schluß auf die Verhältnisse zu, die in den Versuchen vor allem mit Dikotylenzweigen und vollends mit Blattstielen verwirklicht sind. Um sein Verfahren für angenähert quantitative Bestimmungen brauchbar zu machen, wird NORDHAUSEN also nach der Messung der Blattsaugung die Pumpe an dem entgipfelten Stumpf saugen lassen müssen, genau wie ich. Wenn NORDHAUSEN trotz den hervorgehobenen Fehlern Saugkräfte von 1,5—9 Atmosphären berechnet, so zeigt er nur, und zwar auf eine kaum genauere Weise, als ich es getan habe, daß beim Welken mächtige negative Drucke vorkommen; die wirklichen Werte dürften in manchen Versuchen ein Mehrfaches der von ihm berechneten sein. Dabei glaubt er aber exakte Messungen vorzunehmen, die z. B. die peinliche Berücksichtigung der Temperatur rechtfertigen, während er mir das Recht bestreitet, auch nur von groben Schätzungen (1912 S. 239) zu sprechen. Gerade die Behandlung der Zahlen wirft ein Licht darauf, wer sich der Unzulänglichkeit der eigenen Methode besser bewußt war, NORDHAUSEN oder ich.

---

[1]) Diese Berichte, 1912, S. 580.

---

[1]) Herr Prof. NORDHAUSEN hatte die Freundlichkeit, mir auf briefliche Anfrage mitzuteilen: „Die verwendeten Zweige hatten keinen Markkörper von irgendwie erheblicher Ausdehnung. Bei allen Zweigen wurde die Rinde durch Ringelung an der Schnittfläche entfernt.“ Weiter hebt er für die *Anthriscus*-Blätter hervor, „daß die pinselförmig isolierten Leitbündel beim Einpressen in den Tonbrei sich umbogen und meist ± flach der Stirnfläche des Widerstandes anlegten“. Aber auch so kommt ganz vorzugsweise der Querschnitt der Leitbündel in Betracht. Die Verwendung von Blättern macht es übrigens wahrscheinlich, daß auch bei der Auswahl der Zweige auf die genaue Übereinstimmung zwischen Zweig- und Tonsäulen-Querschnitt nicht sehr sorgfältig geachtet wurde.

[2]) S. 305. Die Holzstücke entstammten (nach brieflicher Mitteilung) dünnen, entrindeten Zweigen von *Chamaecyparis*, wie sie sonst zu den Versuchen benutzt wurden.

Ein Zufall hat mir die Möglichkeit gegeben (Ende Januar 1918) einige neue Experimente zu machen. Wichtig ist vor allem, ob ein Zweig bei einem negativen Druck von wenigen Atmosphären schon nicht mehr so viel Wasser aufnehmen kann als er transpiriert, also sich nicht turgeszent zu erhalten vermag, wie NORDHAUSEN behauptet. Meine früher (diese Berichte 1912, S. 576) mitgeteilten und seitdem erweiterten Erfahrungen an bewurzelten Freilandpflanzen widersprechen dem entschieden. Von den Materialien, die NORDHAUSEN verwendet hat, stand mir nur *Chamaecyparis pisifera* zur Verfügung; die Zweige wurden bei frostfreiem, sonnigem Wetter im Garten in Luft abgeschnitten und rasch unter Wasser gekürzt. Die Mehrzahl der Versuche wurde mit Zweigen der Acanthacee *Cyrtanthera magnifica* angestellt, die im Palmenhaus des Nymphenburger Gartens in bestem Zustand vorhanden war; die Zweige wurden wie die von *Chamaecyparis* behandelt.

1. *Chamaecyparis*. Zwei Zweige, unten mit 4 mm dickem Holzkörper, vor dem Versuch fast einen Tag lang mit entrindetem Grund in Wasser stehend gehalten, wurden mit erneuerter Schnittfläche aufs Potetometer gesetzt. Der erste Zweig wurde zwischen dem Potetometer und einer ihn fest fassenden Stativklemme doppelt gekerbt, der Widerstand war aber so gering, daß die Luftpumpe (mit einer Saugkraft von etwa 0,9 Atm., wie auch weiterhin) durch den Stumpf mehr Wasser durchsog als die Blätter beansprucht hatten. Der zweite Zweig wurde auf dem Potetometer scharf geklemmt und unter und über der Klemme sehr tief gekerbt. Vor dem Klemmen und Kerben sog der Zweig 9 mm der Kapillare in 1′, nach Einführung des Widerstandes 5 mm, nach 3^h 30′ 11,5 mm. Jetzt (3^h 33′ nachm.) wurde der verzweigte und beblätterte Teil abgeschnitten und an die obere Schnittfläche des 10 cm langen Stumpfes die Pumpe angesetzt. Saugung mit Pumpe in 10′ (3^h 39′—49′) 43,5 mm; ohne Pumpe in 10′ (3^h 51′—4^h 1′) 15,5 mm; mit Pumpe in 10′ (4^h 2′—12′) 43,4 mm; ohne Pumpe in 10' (4^h 13′—23′) 16,3 mm; mit Pumpe in 10′ (4^h 24′—34′) 42,7 mm; ohne Pumpe in 10′ (4^h 39′—49′) 15,1 mm. (Nach Oeffnung der Klemme mit Pumpe in je 1′, von 4^h 52′ an, 10,8, 10,5, 10,7, 10,5 mm.) Saugung ohne Pumpe im Mittel 15,6 mm in 10′, mit Pumpe 43,2 mm. Blattsaugung 11,5 — 1,6 = 9,9 mm in 1′; reine Pumpensaugung 4,3—1,6 = 2,7 mm in 1′; Verhältnis 9,9 : 2,7 = 3,67 : 1. Saugkraft der Blätter 3,67 . 0,9 = 3,3 Atmosphären.1) — Der Gipfel wurde 10′ nach dem Abschneiden

---

1) Aus dem Verhältnis der Pumpensaugungen durch den geklemmten und durch den ungeklemmten Stumpf auf die Größe des durch das Klemmen eingeführten Widerstandes zu schließen, ist hier wie in den anderen Versuchen aus verschiedenen Gründen nicht möglich.

ohne Darbietung von Wasser gewogen; er verlor 0,1 g in 15′. Die Wasseraufnahme in den Gipfel betrug in 15′ mindestens 150 mm der Kapillare, oder, da 1 mm = 0,00069 g (durch Wägen von Quecksilber bestimmt), 0,1035 g. Der Zweig sog also trotz dem negativen Druck von etwa 2 Atmosphären so viel als er transpirierte.

2. *Cyrtanthera.* a) Blattloses, 33 cm langes Zweigstück ohne Gipfel. Saugt ohne Pumpe in 1′ 0,5 mm. Mit Pumpe 40, 40, 40 mm in je 1′ (um 5^{h} 20′). Nahe dem Grunde geklemmt, saugt mit Pumpe in 10′ (5^{h} 30′—40′) 29,7 mm. Oberstes Internodium, 10 cm lang, abgeschnitten; durch den 23 cm langen Rest saugt die Pumpe in 10′ (5^{h} 45′—55′) 28,6 mm. Neue Schnittfläche oben angebracht, nur wenige mm abgeschnitten; die Pumpe saugt in 10′ (5^{h} 57′ bis 6^{h} 7′) 30,3 mm. Wieder ein Internodium, 7 cm lang, abgeschnitten, Rest 16 cm lang, Klemme 5 cm unter dem oberen Ende; die Pumpe saugt in 10′ (6^{h} 9′—19′) 31,5 mm. Die Länge des Zweigstücks hat also bei dem hohen Widerstand der Klemme, wie zu erwarten, kaum einen Einfluß auf die Filtrationsgeschwindigkeit.

b) Zweig mit beblättertem Gipfel saugt mit erneuerter Schnittfläche in 1′ (zwischen 2^{h} 28′ und 2^{h} 37′) 30, dann 29, dann 28,5 mm; die Saugung hätte wohl noch weiter abgenommen. Einfach geklemmt; 2^{h} 41′ : 20 mm; 2^{h} 51′ : 22; 3^{h} 1′: 23,5; 3^{h} 11′: 23,5; 3^{h} 21′: 24; 3^{h} 31′: 24. Der turgeszente Gipfel abgeschnitten und in Wasser gestellt. Der Stumpf, 19,5 cm lang, in der Mitte geklemmt, saugt in 10′ (3^{h} 34′—44′) 30 mm; mit Pumpe in 10′ (3^{h} 46′—56′) 87,8 mm; ohne Pumpe in 10′ (3^{h} 58′—4^{h} 8′) 32,6 mm; mit Pumpe in 10′ (4^{h} 10′—20′) 88,8 mm. (Klemme abgenommen, die Pumpe saugt jetzt in je 1′ 41, 43, 45, 46, 46, 46 mm.) Blattsaugung 24 — 3 = 21 mm in 1′; reine Pumpensaugung 8,8 — 3 = 5,8 mm in 1′. Saugkraft 3,6 . 0,9 = 3,2 Atm. — Der Gipfel verliert gleich nach dem Abschneiden 0,20 g in 15′. Saugung in 15′ mindestens 15 . 21 mm = 315 mm = 0,217 g. Der Zweig saugt also trotz dem negativen Druck von etwa 2 Atmosphären soviel als er transpiriert.

c) Zweig mit beblättertem Gipfel, saugt mit erneuerter Schnittfläche in 1′ (von 2^{h} 55′ an) 28,5, 27,5, 28 mm. Doppelt geklemmt, mit gekreuzten Klemmen: 14,5, 15, 16, 17, 17,5. Schärfer geklemmt; 3^{h} 6′: 13,5; 3^{h} 16′ :15; 3^{h} 36′: 16; 3^{h} 46′: 17; 3^{h} 56′: 16,5; 4^{h} 6′: 16,5. Gipfel abgeschnitten, zeigt noch kein Welken. Der Stumpf, 22,5 cm lang, saugt ohne Pumpe in 10′ (4^{h} 10′—20′) 36,3 mm; mit Pumpe (nur 63 cm Hg) in 10′ (4^{h} 21′—31′) 35,1 mm; ohne Pumpe in 8′ (4^{h} 32′—40′) 26,4 mm, auf 10′ berechnet 33 mm. Das oberste Internodium, 3,5 cm lang, wird abgeschnitten; der gekürzte Stumpf saugt ohne Pumpe in 10′ (4^{h} 41′—51′) 26 mm; mit Pumpe (68 cm Hg) in 10′ (4^{h} 52′—5^{h} 2′) 36,4 mm; ohne Pumpe in 10′ (5^{h} 3′—13′) 27,9 mm; mit Pumpe in 10′ (5^{h} 15′—25′) 33,6 mm. (Klemmen abgenommen; jetzt saugt die Pumpe, von 5^{h} 26′ an, in je 1′ 34, 37, 41, 44, 46, 48, 48, 50, 52 mm.) Saugung nach dem Abschneiden des obersten Internodium im Mittel ohne Pumpe 2,7 mm in 1′, mit Pumpe 3,5′ mm. Blattsaugung 16,5 — 2,7 = 13,8 mm. Pumpensaugung 3,5 — 2,7 = 0,8 mm. Saugkraft 17 . 0,9 = 15,3 Atmosphären.

d) Zweig mit Blättern saugt mit erneuerter Schnittfläche, von 3^{h} 32′ na, 17, 16,5, 16,5 mm in 1′. 3^{h} 36′ einfach geklemmt; nach mehrfachem Anziehen und Lockern der Klemme 3^{h} 48′: 6,5; 3^{h} 58′: 9,5; 4^{h} 18′: 11; 4^{h} 18′: 11,5; 4^{h} 28′: 11,5; 4^{h} 38′: 11,5; 4^{h} 45′: 11,5. Jetzt wird der Gipfel, der etwas welk scheint, abgeschnitten und ohne Darbietung von Wasser gewogen. Der Stumpf, 11,5 cm lang, saugt ohne Pumpe in 1′ (zwischen 4^{h} 48′ und 4^{h} 58′) erst 2,8, dann 2,5 mm; mit Pumpe in 1′ (zwischen 4^{h} 59′—5^{h} 9′) erst 2,6, dann 2,3 mm. Die obere Schnittfläche wird erneuert; Saugung ohne Pumpe in 10′ (5^h 12′—22′) 19,3 mm; mit Pumpe in 10′ (5^h 23′—33′) 21,6 mm; ohne Pumpe in 10′ (5^h 35′—45′) 19,7 mm; mit Pumpe in 10′ (5^h 46′—56′) 22,8 mm. (Klemme abgenommen; jetzt saugt die Pumpe in 1′, von 5^h 57′ an, 19, 23, 25, 25 mm.) Saugung nach Erneuerung der oberen Schnittfläche im Mittel ohne Pumpe 19,5, mit Pumpe 22,8 mm in 10′: Blattsaugung 115 — 19,5 = 95,5 mm in 10′. Pumpensaugung 22,8 — 19,5 = 3,3 mm in 10′. Saugkraft 29 . 0,9 = 26 Atmosphären. — Der Gipfel verliert 0,1 g in 13′. Wasseraufnahme in 13′ etwa 10 . 13 = 130 mm oder 0,09 g. Die Saugung ist also etwas geringer als die Transpiration, worauf ja schon aus dem Welken zu schließen war.

e) Zweig mit Blättern saugt bald nach dem Abschneiden, von 4^h 6′ an, 35,5, 35,5, 35 mm in 1′; 4^h 16′: 33 mm. Doppelt geklemmt, Klemmen mehrmals schärfer angezogen; 4^h 30′: 17; 4^h 40′: 17,5; 4^h 50′: 18,5; 5^h : 19 (die jüngsten Blätter beginnen zu welken); 5^h 10′: 19,5; 5^h 20′: 19,5; 5^h 30′: 19,5. Der Gipfel ist jetzt ziemlich welk, wird abgeschnitten. Der Stumpf, 21 cm lang, saugt mit Pumpe in 5′ (5^h 36′—41′) 20 mm; ohne Pumpe in 8′ (5^h 42′—50′) 28,1 mm; mit Pumpe in 10′ (5^h 52′—6^h 2′) 37,3 mm; ohne Pumpe in 10′ (6^h 4′—14′) 33,9 mm; mit Pumpe in 10′ (6^h 15′—25′) 36,2 mm; ohne Pumpe in 10′ (6^h 26′—36′) 33 mm; mit Pumpe in 10′ (6^h 37′—47′) 35,5 mm. (Klemmen abgenommen; die Pumpe saugt 24,5, 25,5, 25 mm in 1′.) Saugung in 10′: mit Pumpe 40, 37,3, 36,2, 35,5, im Mittel 37 mm, ohne Pumpe 35,1, 33,9, 33, im Mittel 34 mm. Blattsaugung 18,5 — 3,4 = 15 mm in 1′. Pumpensaugung 3,7 — 3,4 = 0,3 mm in 1′. Saugkraft 50 . 0,9 = 45 Atmosphären.

Ergebnis. Bei einem negativen Druck von etwa 2 Atmosphären bleiben *Chamaecyparis* und *Cyrtanthera* turgeszent. Beim Welken scheint *Cyrtanthera* Saugkräfte bis über 40 Atmosphären zu entwickeln, vorausgesetzt, daß die Filtrationsgeschwindigkeit der Saugkraft immer proportional bleibt; daß die obere Schnittfläche der Pumpensaugung beträchtlichen Widerstand leistet, ist unwahrscheinlich, weil nach der Beseitigung der Klemmen die Pumpe aus dieser selben Schnittfläche ansehnliche Mengen Wasser auszusaugen vermag. Wenn die Imbibitionskräfte der Membranen weit über den osmotischen Druck des Zellsaftes hinaus mobil gemacht werden könnten, erschiene der angegebene Wert nicht unmöglich. Es ist aber aus verschiedenen Gründen denkbar, daß die Filtrationsgeschwindigkeit im Leitgewebe rascher zunimmt als die Druckdifferenz[1]), und deshalb ist es vielleicht nicht gestattet, von einer vorläufig unbekannten Grenze an die Saugkraft der Blätter aus dem Verhältnis zwischen Blatt- und Pumpensaugung auch nur angenähert zu berechnen. Die Annahme, daß beim Welken Saugkräfte von 10 und noch mehr Atmosphären vorkommen, scheint mir aber noch immer nicht übertrieben.

Die Abhängigkeit, die im Leitgewebe unter den Versuchs-

---

1) Jost (Versuche über die Wasserleitung in der Pflanze, Zeitschr. f. Bot. 1916, Bd. 8, S. 25) hat bei Wurzeln beobachtet, daß „die Ausflußmenge bei starker Saugung relativ größer ist als bei schwacher.“ Meine eigenen Erfahrungen an Wurzeln stimmen damit überein.

bedingungen zwischen Druckdifferenz und Filtrationseffekt besteht, wird notwendig untersucht werden müssen. Aber für genauere Bestimmungen wird man am besten die Parenchymzellen in der Nähe der Leitbahnen als Manometer benützen, wofür URSPRUNG und BLUM kürzlich den Weg gewiesen haben[1]); bei sehr weit fortgeschrittenem Wasserverlust des Parenchyms wird freilich auch diese Methode versagen. Daß die Saugkraft einer Parenchymzelle alle Werte zwischen Null und der mit dem Welken zunehmenden Höhe des osmotischen Druckes des Zellsaftes annehmen kann, ist klar. Es kommt aber darauf an, ob die in nicht maximal turgeszenten Parenchymen zweifellos vorhandenen Saugkräfte auf den Inhalt der Leitbahnen weithin fortgepflanzt werden oder nicht. Daß dies tatsächlich der Fall ist, habe ich schon früher nachgewiesen[2]), und erst dieser Nachweis gestattet es auf Grund der von der Kohäsionstheorie erkannten Zusammenhänge die auf experimentellem Wege leicht faßbare Turgorsenkung als Indikator für den Druckzustand des Gefäßwassers auszuwerten.

4. *Zur Energetik der Wasserversorgung.*

An einer früher[3]) versuchten Darstellung der energetischen Verhältnisse bei der Transpiration und Wasserbewegung ist eine Unklarheit zu beseitigen. Von der Verdampfungswärme des Wassers wird ein kleiner Teil, in der „äußeren Arbeit,“ dazu verwendet, den Dampf vom Sättigungsdruck bei der gegebenen Temperatur vollends auf die in der umgebenden Luft herrschende Dampfspannung auszudehnen. Bei 20° ist der Druck des gesättigten Wasserdampfes über einer freien Wasserfläche 17,54 mm Hg, wenn das Wasser unter Atmosphärendruck steht; bei 80 % relativer Luftfeuchtigkeit und

---

[1]) Diese Berichte, 1916, Bd. 34, S. 525 u. S. 539.

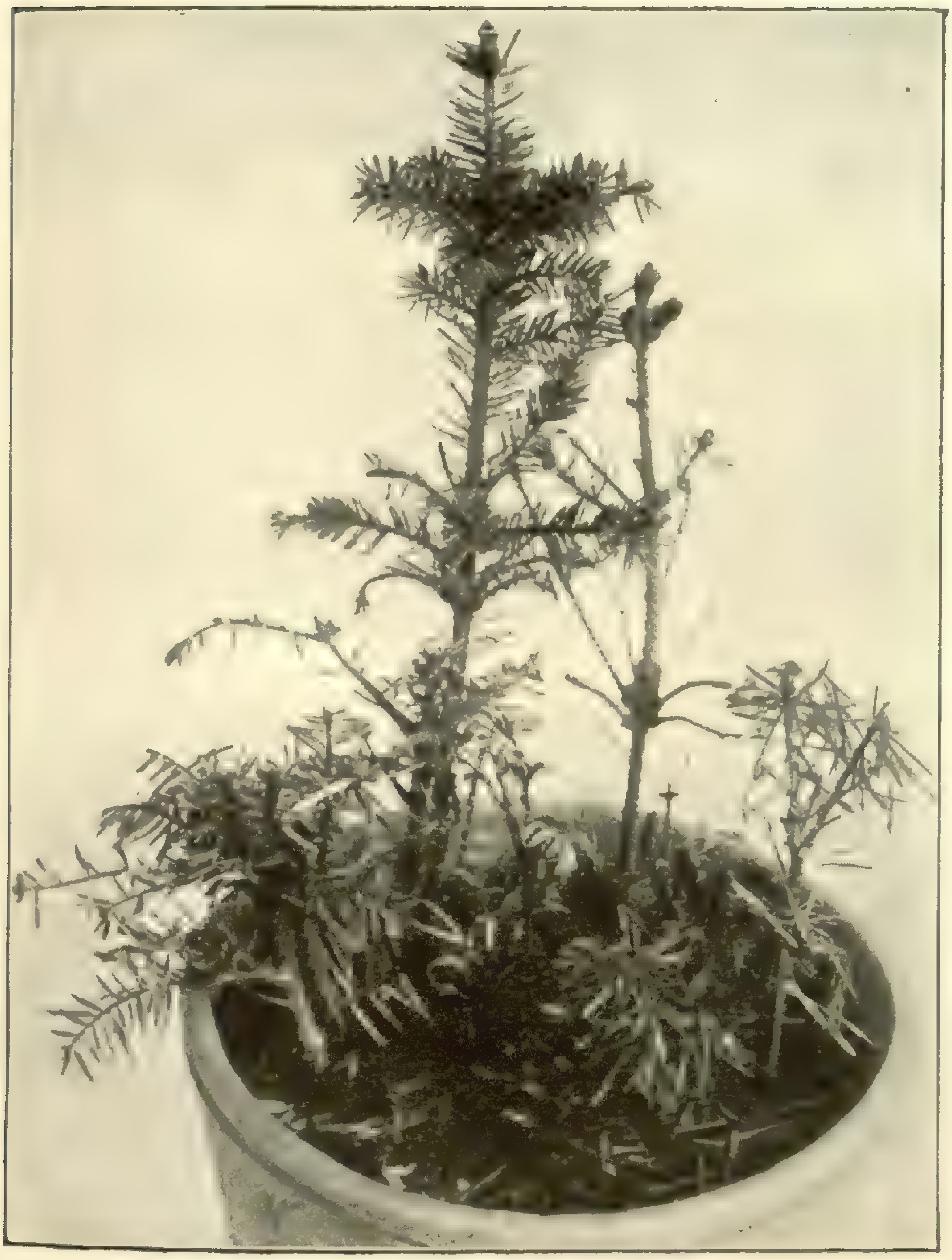
[2]) Wenn URSPRUNG (1916, S. 528) schreibt: „RENNER's Bemühungen, die Saugkraft zu messen, ergaben tatsächlich nur Werte für den Filtrationswiderstand“, so übernimmt er damit die Pflicht, die Größe eines Filtrationswiderstands auf andrem Weg zu definieren als durch die Bestimmung der Kraft, die in dem gegebenen Objekt einen Filtrationsstrom von gegebener Geschwindigkeit erzeugt. — Im übrigen ist Herr URSPRUNG gegenüber der Kohäsionstheorie in seiner letzten Veröffentlichung mitten auf dem Weg nach Damaskus. Allerdings entsprechen seine Ergebnisse auch bis ins kleinste, bis zu dem Vorhandensein einer Turgorsenkung im Wurzelparenchym, den Forderungen der Kohäsionstheorie. Das muß wohl ausgesprochen werden, weil Herr URSPRUNG darüber schweigt, bedarf aber keiner weiteren Ausführung.

[3]) RENNER, Theoretisches und Experimentelles zur Kohäsionstheorie der Wasserbewegung. Jahrb. f. wiss. Bot. 1915, Bd. 56, S. 629 ff. — Für Kritik bin ich meinen früheren Institutsgenossen Herrn Dr. O. SCHÜEPP und Herrn Dr. K. STERN zu Dank verpflichtet.

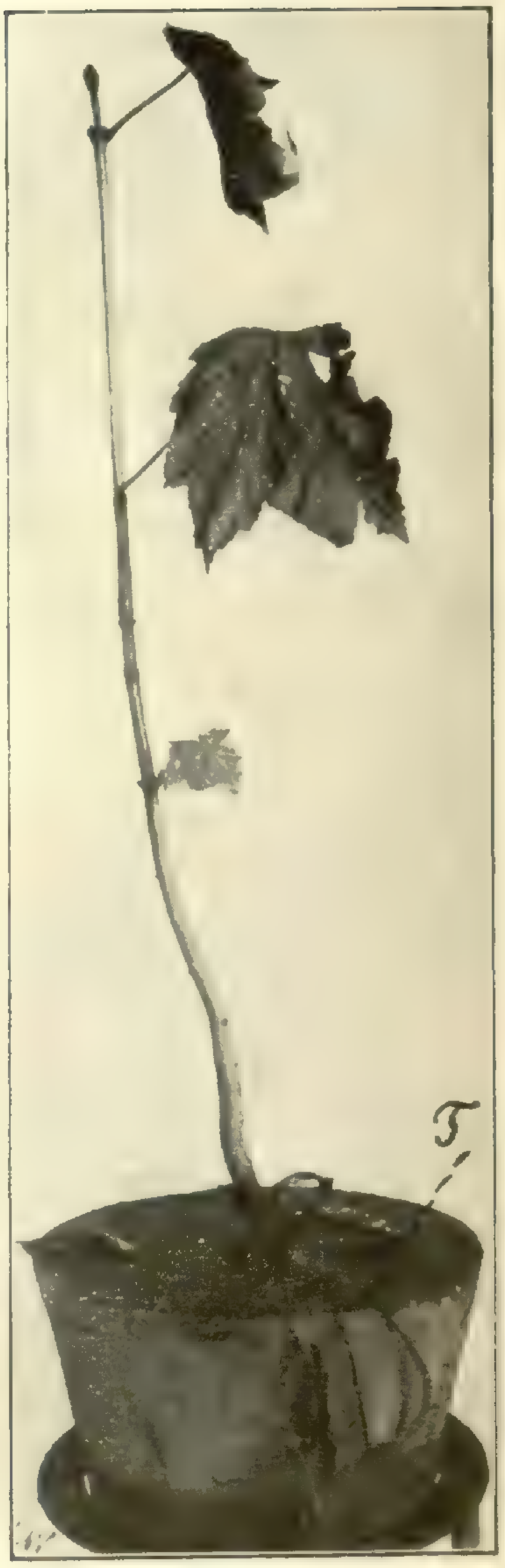
20° beträgt die Dampfspannung in der Luft 14,03 mm Hg. Bei der Ausdehnung von 1 Mol (18 g) Dampf von 17,54 auf 14,03 mm Hg wird eine Wärmemenge von $1{,}985\ T\ .\ \ln \frac{17{,}54}{14{,}03}$ cal. verbraucht. Steht nun das Wasser bei der Verdampfung unter einer Zugspannung von 100 Atmosphären, so ist sein Dampfdruck um 7 %, auf 16,28 mm Hg erniedrigt, der Dampf braucht also nur von 16,28 mm auf 14,03 mm Hg ausgedehnt zu werden. Es wird also gegenüber dem zuerst betrachteten Fall so viel Wärme erspart, als nötig wäre, um den Dampf von 17,54 auf 16,28 mm Hg auszudehnen. Diese Ersparnis beträgt $1{,}985\ T\ .\ \ln \frac{17{,}54}{16{,}28}$ cal. für 1 Mol oder 2,42 cal. für 1 g Wasser. Denselben Wert hat die Arbeit, die aufgewendet wird bei der Hebung von 1 g auf 1033 m Höhe oder bei der Bewegung von 1 g Wasser gegen einen Filtrationswiderstand von 100 Atmosphären. Wenn diese Ueberlegung das Richtige trifft, ist also die ersparte Ausdehnungsarbeit das Aequivalent für die Hebungsarbeit, und bei der Verdampfung einer Gewichtseinheit Wasser wird gleich viel Wärme verbraucht, einerlei, ob das Wasser zugleich gehoben bezw. gegen Reibungswiderstände bewegt wird oder nicht.

Mit der Transpirationsleistung in der Zeiteinheit hat diese Beziehung zwischen Hebungs- und Ausdehnungsarbeit nichts zu tun. Die Verdunstungsgeschwindigkeit ist proportional der Differenz zwischen der Dampfspannung in der Pflanze und der in der Luft. Eine Zugspannung des Gefäßwassers von 100 Atmosphären bedeutet deshalb für die Transpirationsgröße etwas sehr Verschiedenes je nach der relativen Luftfeuchtigkeit. In einer Atmosphäre von 93 % Feuchtigkeit kann ein maximal turgeszentes Blatt auch im Dunkeln noch ausgiebig transpirieren; bei 20° beträgt die maßgebende Dampfdruckdifferenz ja 17,54 — 16,28 = 1,26 mm Hg. Gerät aber das Gefäßwasser in Zugspannung von 100 Atmosphären, so sinkt der Dampfdruck in den Interzellularen auf 16,28 mm Hg, die Druckdifferenz zwischen Pflanze und Luft wird also aufgehoben, und die Transpiration steht still; an die Stelle des vorher betrachteten stationären Transpirationsvorganges ist ein (dynamisches) Gleichgewicht zwischen Pflanze und Luft getreten. Ein Energieumsatz findet jetzt überhaupt nicht mehr statt, weil die Potentialdifferenz zwischen Pflanze und Luft verschwunden ist. Je niedriger aber die Feuchtigkeit der umgebenden Luft ist, um so geringer ist die Herabsetzung der Transpirationsgröße durch eine gegebene Zugspannung des Gefäßwassers.

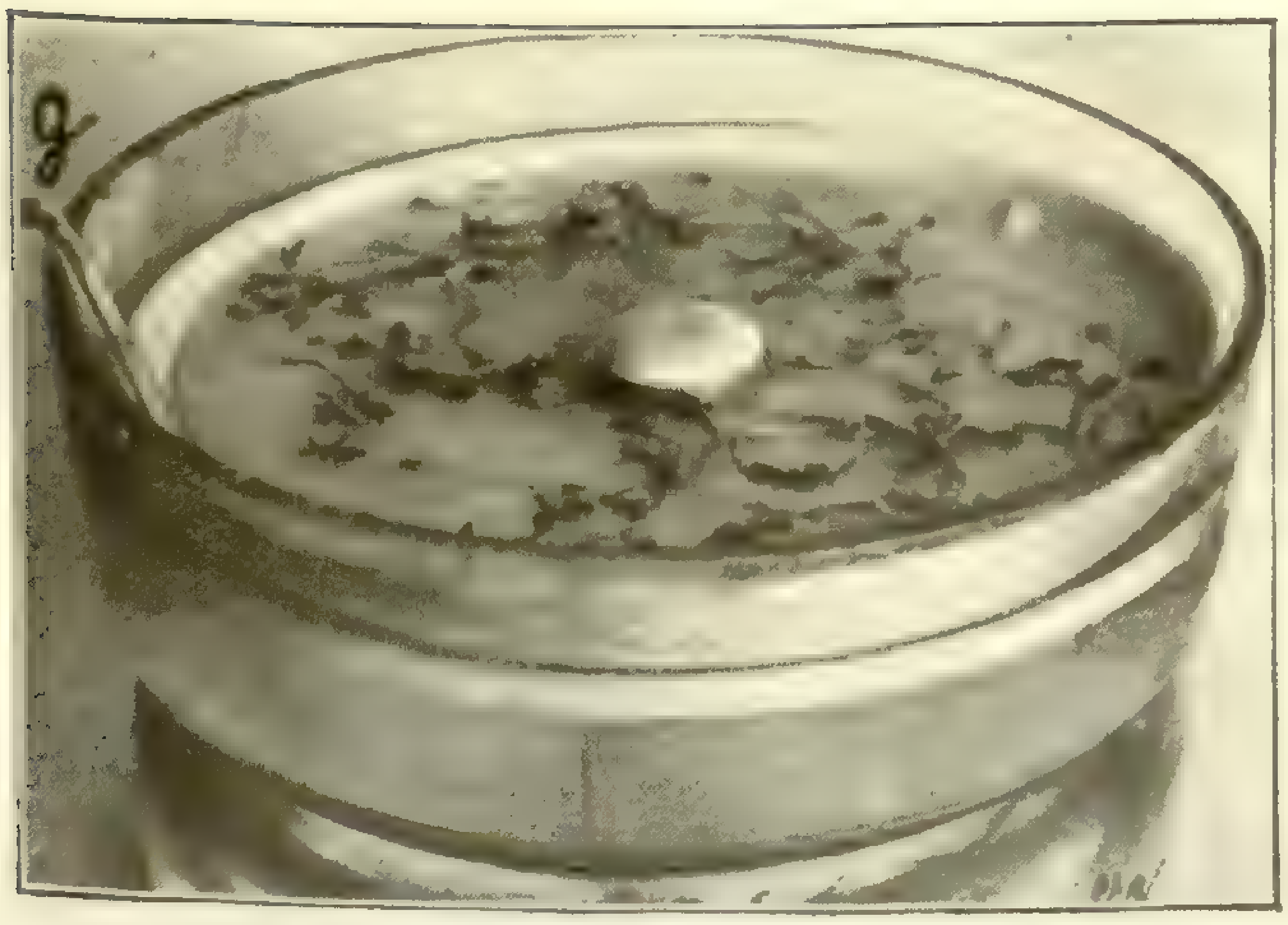
Ulm, im Februar 1918.



1



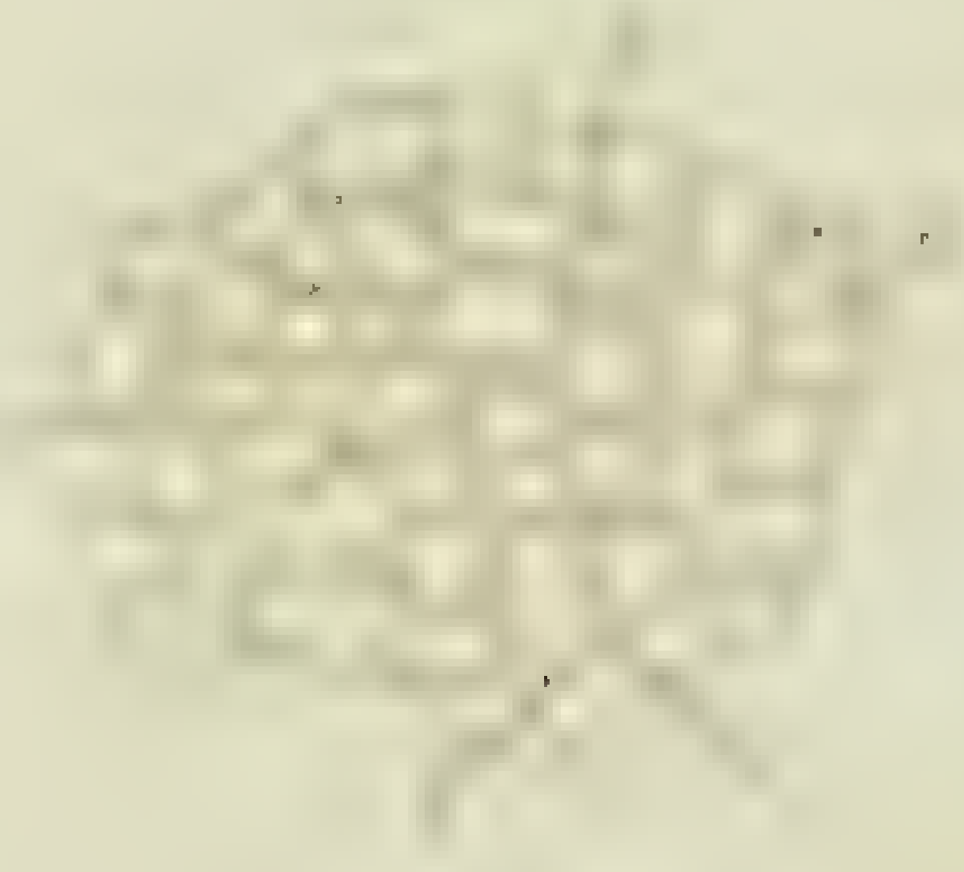
2



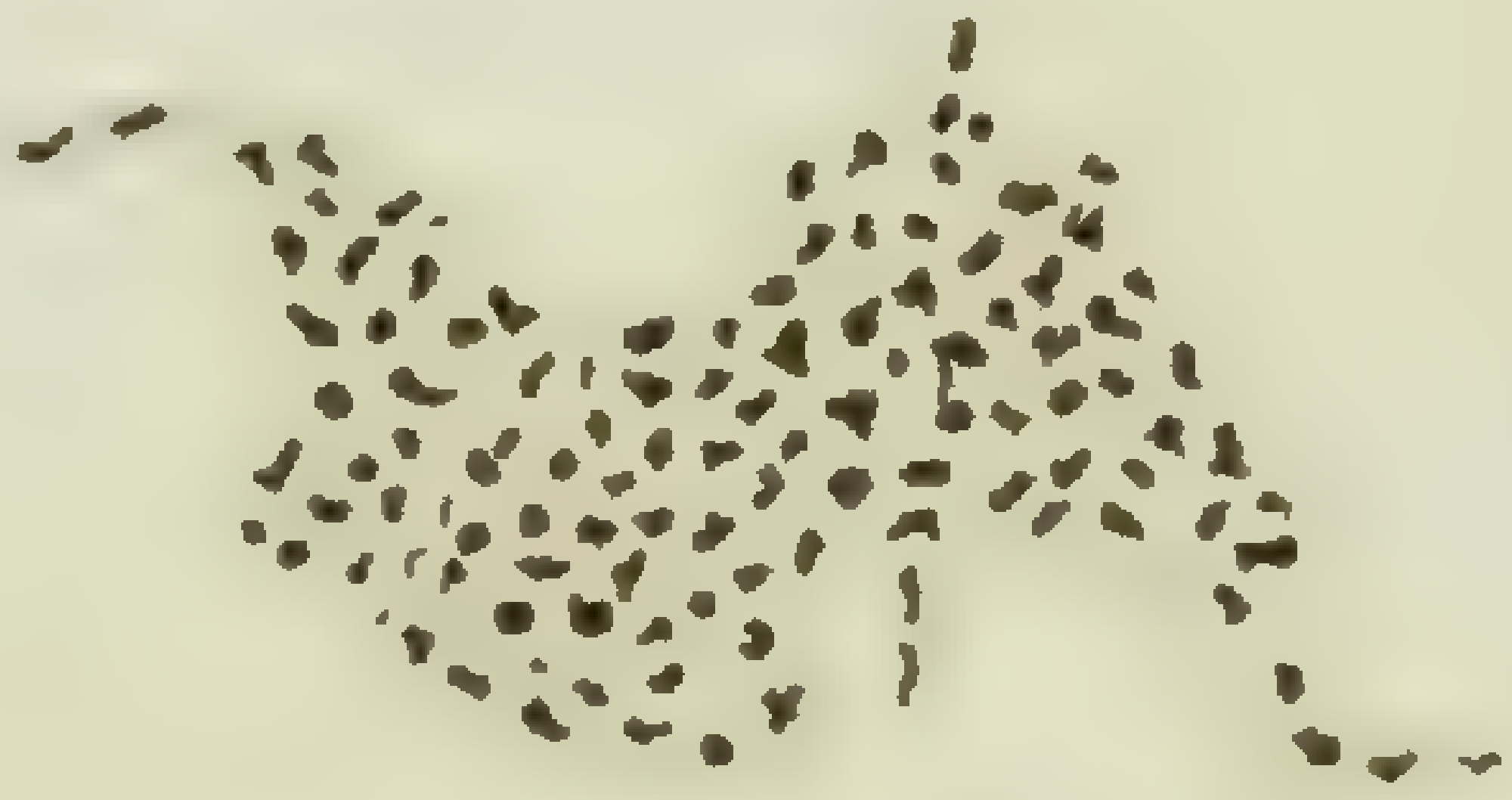
3

4

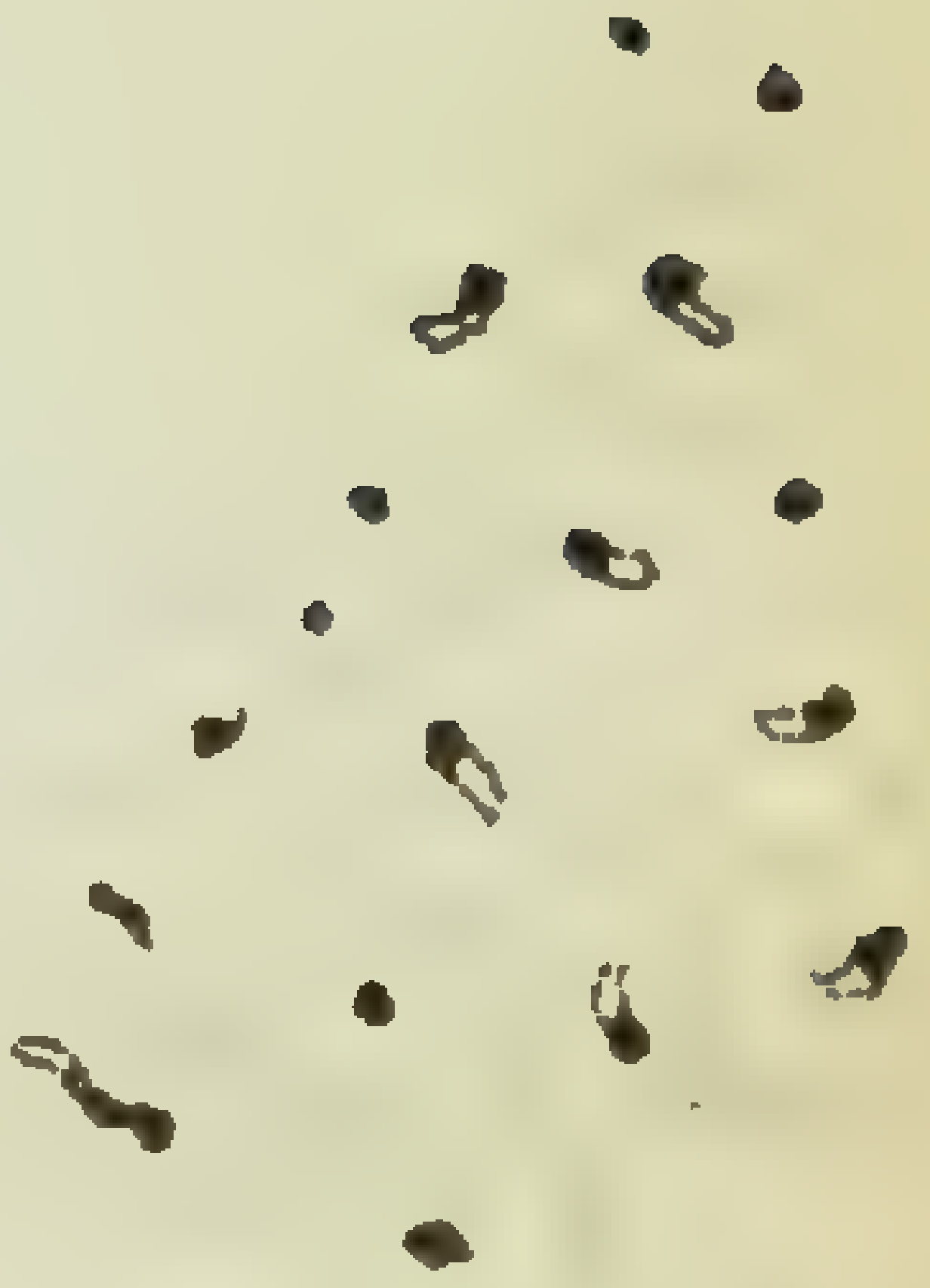
C. Wehmer phot.



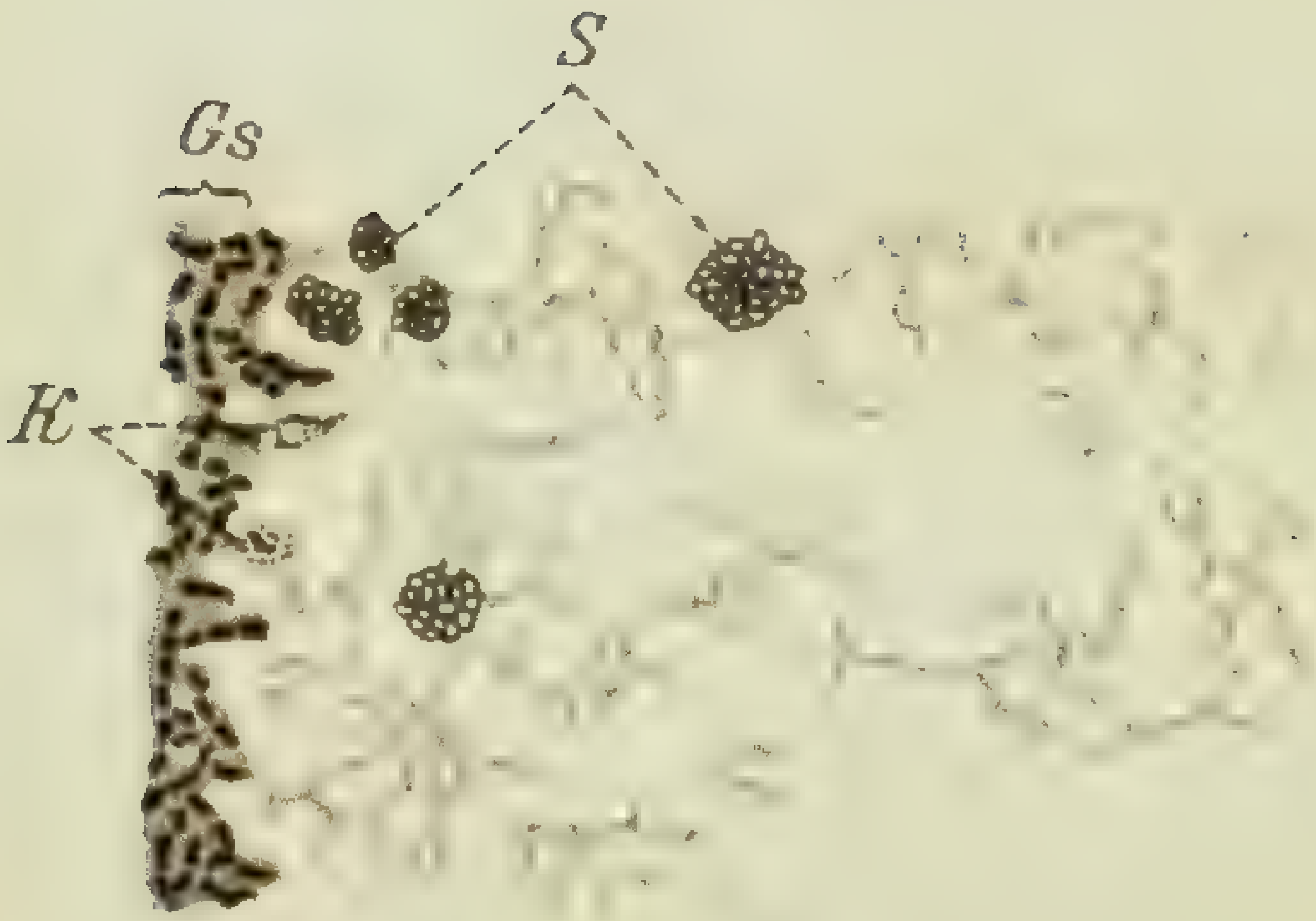
1



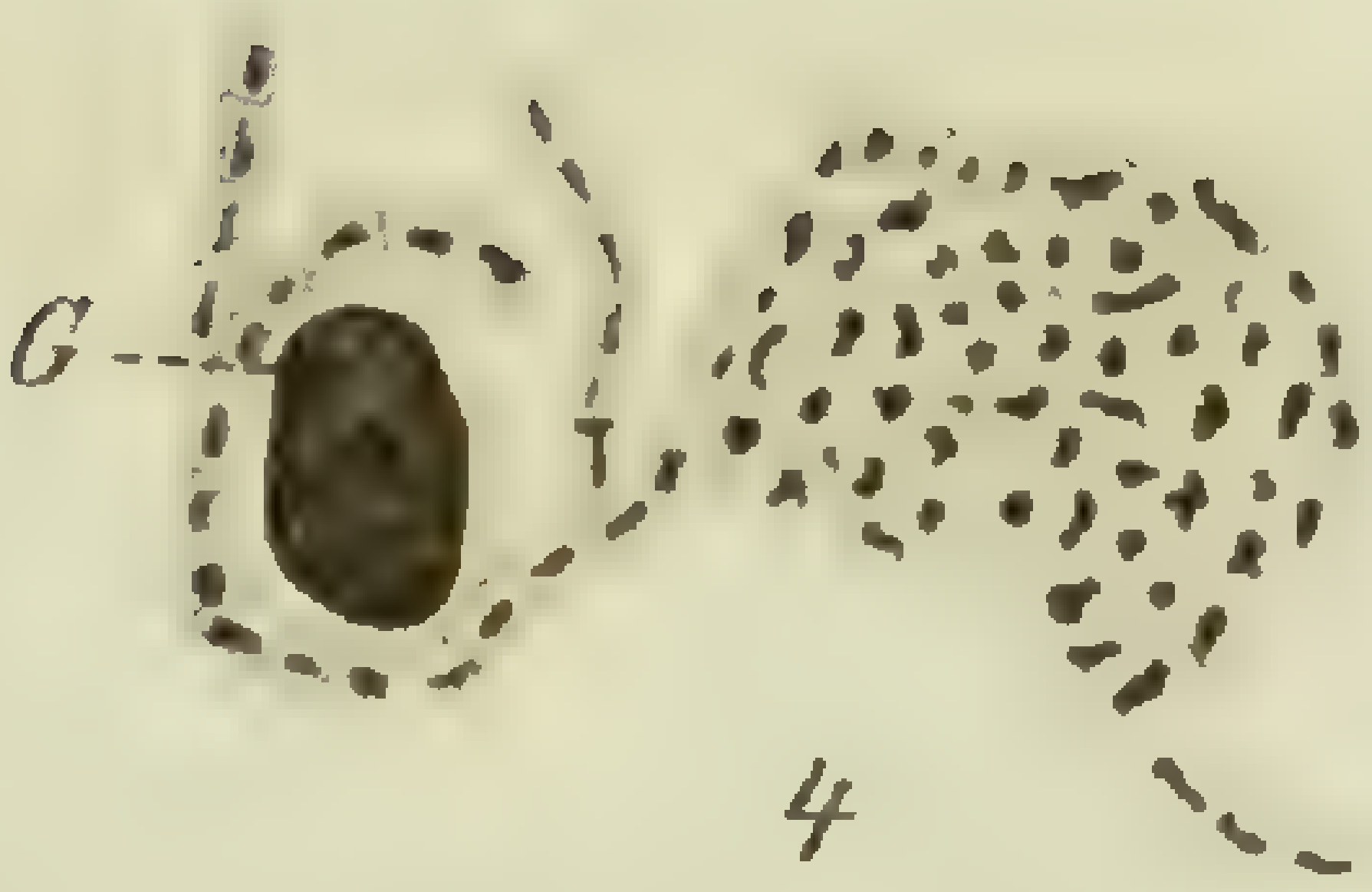
3



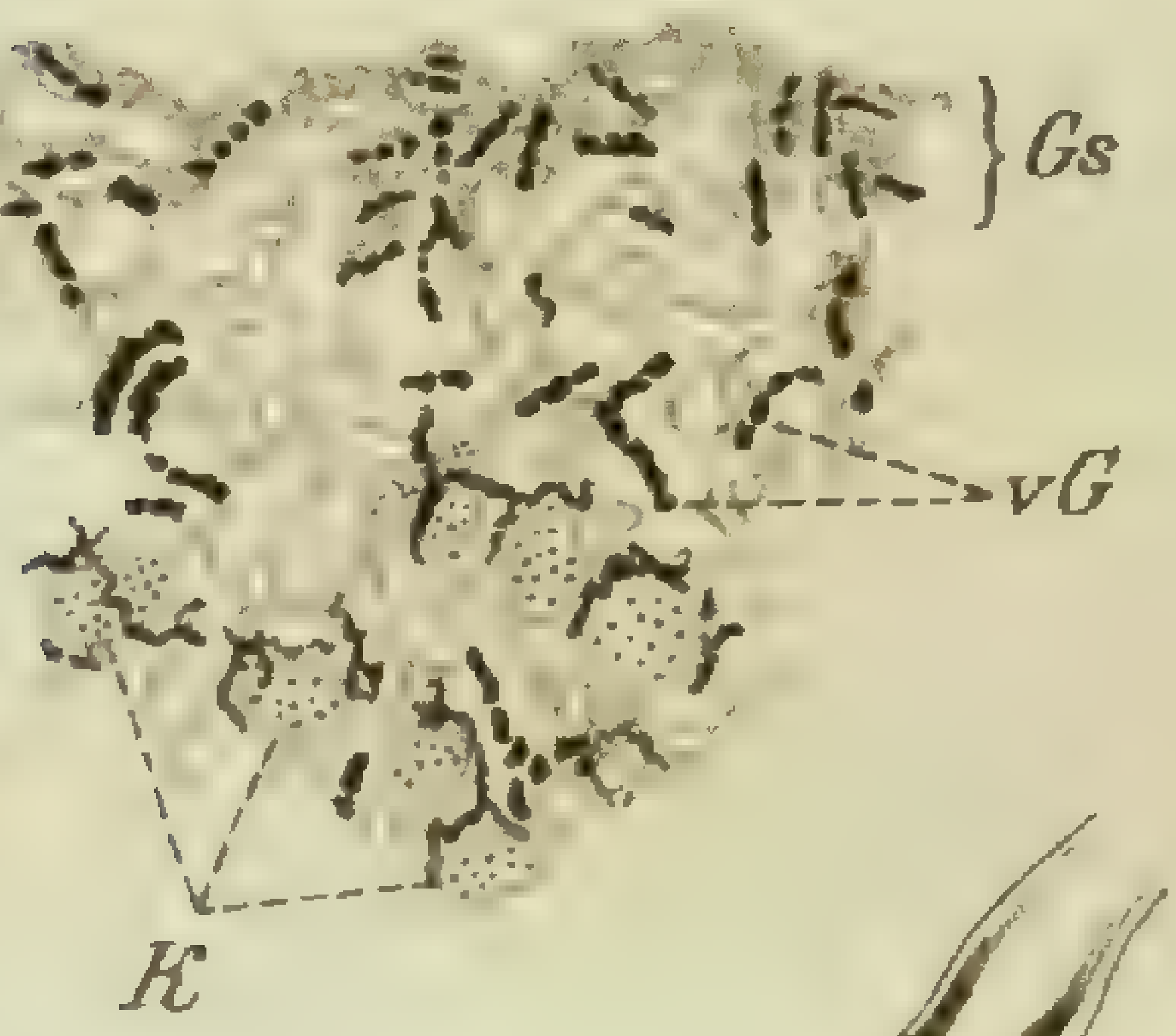
5



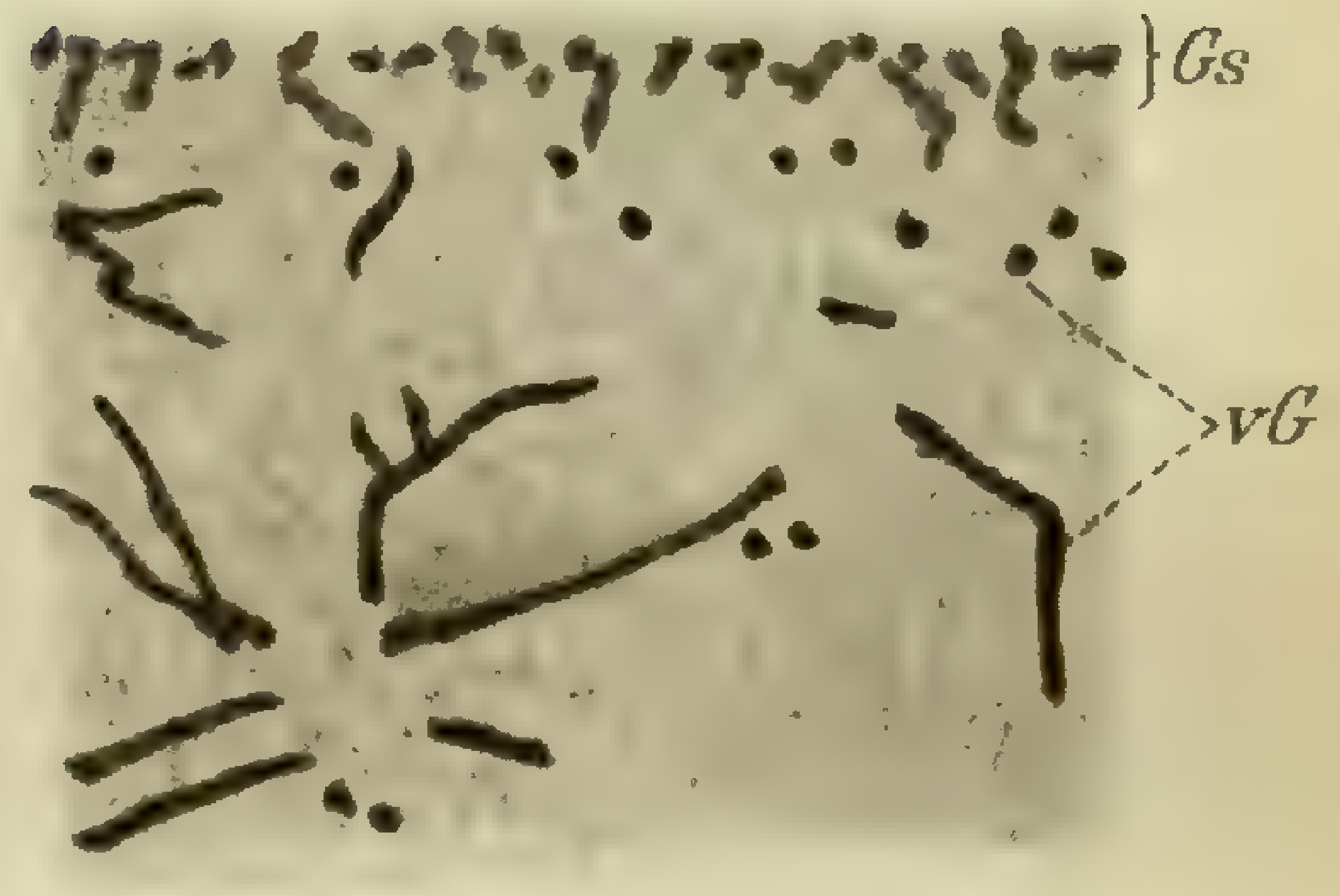
2



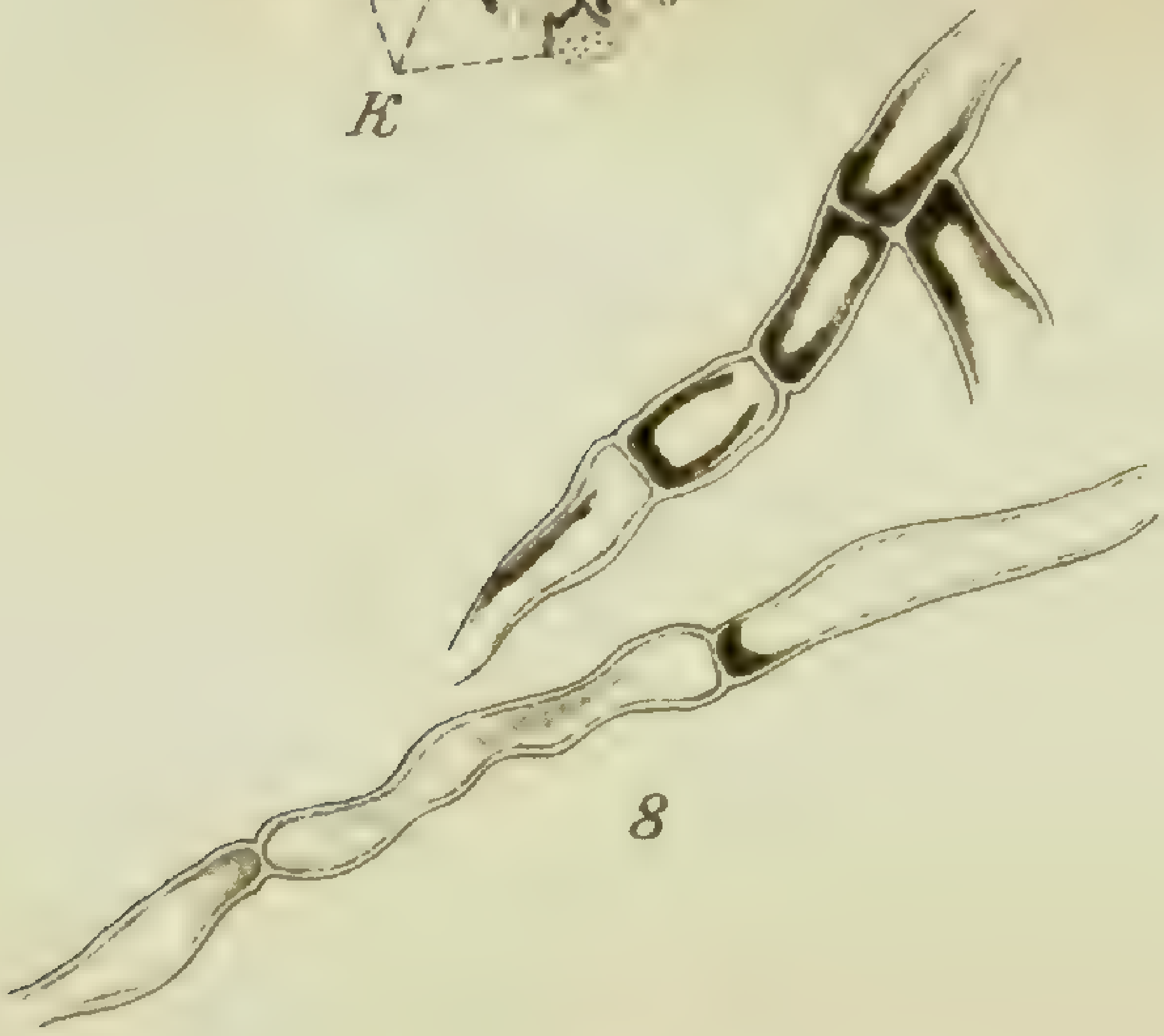
4



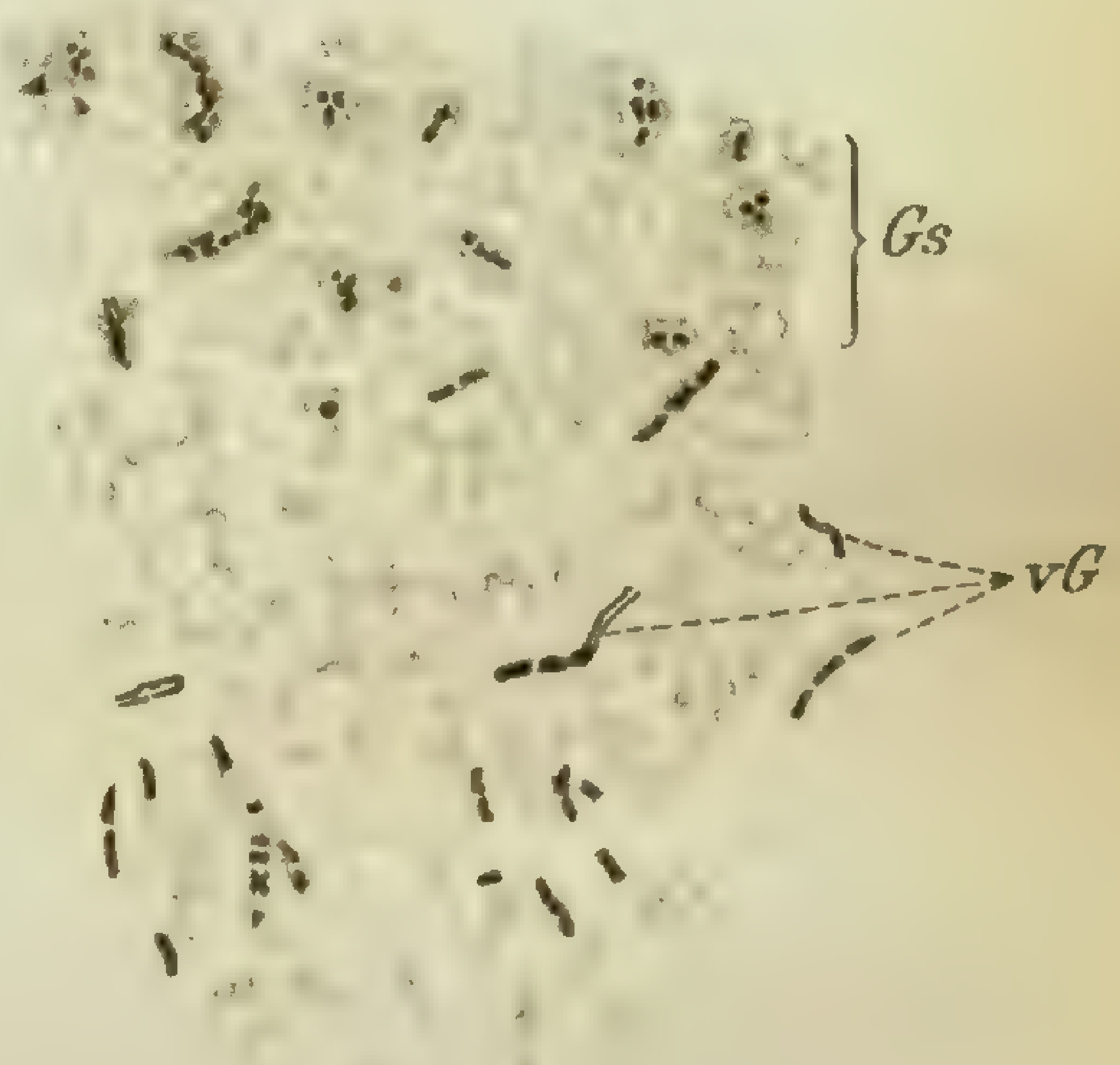
6



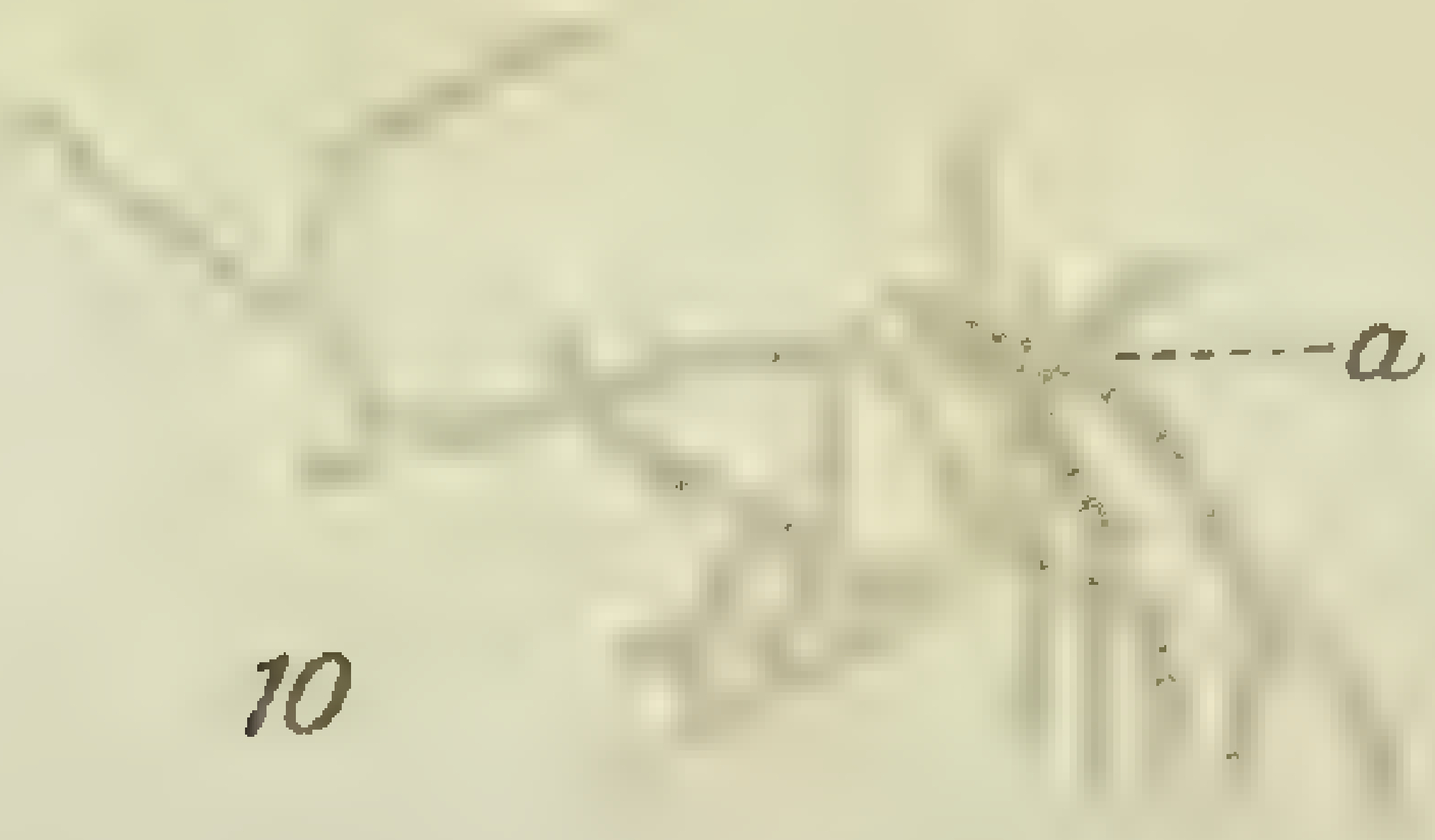
7



8



9



10

H. Laue lith.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1918 **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** an Herrn Geh.-Rat **Prof. Dr. L. Wittmack, Berlin NW,** Platz am Neuen Tor 1, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate **August** und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten. Im allgemeinen wird den Autoren eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1918.

Ehrenpräsident: S. Schwendener.

Für die Generalversammlung: Hans Winkler, Präsident; A. Voigt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: L. Wittmack, Vorsitzender; P. Lindner, erster Stellvertreter; J. Behrens, zweiter Stellvertreter; E. Baur, erster Schriftführer; H. Harms, zweiter Schriftführer; H. Miehe, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: L. Wittmack, E. Baur, H. Harms, H. Miehe, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): E. Jahn, R. Kolkwitz, P. Claussen, O. Reinhardt, L. Diels.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für alle ordentlichen Mitglieder 20 M.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in Berlin-Dahlem gelangen lassen. Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif **durchgeführt:**

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2	Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates	5	„
3.	für jede Lichtdrucktafel	9	„
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2	„
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	8	„
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr	2	„
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35	„
8.	für jeden Umschlag	1,5	„
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	7,—	Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

Vorlesungen über die natürlichen Grundlagen des Antialkoholismus

von **Dr. G. Trier, Privatdozenten an der Technischen Hochschule in Zürich.** 2 Bände. Jeder Band gebunden 12 Mk.

Das vorliegende Werk bedeutet ein vollständiges Novum auf dem Gebiete der Antialkoholbewegung. Während alle bisherigen Autoren auf diesem vielbeschrittenen Pfade stets die Giftwirkungen des Alkohols an die Spitze ihrer Belehrung gestellt haben, sucht Dr. Trier, der durch seine pflanzenchemischen Arbeiten bekannt gewordene Züricher Chemiker, das Thema weniger nach der Breite, sondern mehr nach der Tiefe auszubauen, indem er neue Motive in den Kampf einbezieht. Antialkoholismus ist nach seiner Auffassung nicht die blosse Absage vom Genusse des Alkohols und der Kampf gegen die Trinksitten, sondern die Gesamtheit der Erfahrungstatsachen, die uns über die Ursachen und die Bedeutung der Alkoholbildung, sowie über das gesamte Schicksal des Alkohols im Kreislauf der Stoffe in Natur und Technik unterrichten. So ist denn das Triersche Werk zu einer umfassenden, fein durchdachten und kritisch bearbeiteten Monographie des Alkohols geworden, die den Chemiker und Biologen, unbekümmert um seine persönliche Stellung zum Alkoholgenuss, in hohem Maasse interessieren dürfte, indem es dem Autor gelungen ist zu zeigen, wie grundverschieden die Rolle ist, welche der Methylalkohol im Vergleich zu seinen Homologen in der Natur aufweist: der Methylalkohol, ein Produkt des normalen Ausbaus, überall verankert, selten frei vorkommend, vom Menschen verachtet, aber biologisch von der allergrössten Bedeutung, die Fuselalkohole und insbesondere der Aethylalkohol dagegen sind Produkte eines speziellen Ausbaues, ein „Schritt vom Wege“, ein Nebengeleise in der Biologie, das durch die Hand des Menschen recht sorgfältig ausgebaut, recht gut frequentiert und mit zahlreichen Anschlüssen versehen worden ist.

Schweiz. Chemiker-Ztg.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei

BAND XXXVI. JAHRGANG 1918. HEFT 4.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

HEFT 4.
(MIT TAFEL IV.)

AUSGEGEBEN AM 29. JULI 1918.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
1918
GARDEN LIBRARY

Es wird dringend gebeten, die dritte Umschlagsseite zu beachten.

Inhaltsangabe zu Heft 4.

Seite

Sitzung vom 26. April 1918 181

Mitteilungen.

20. A. Ursprung und A. Gockel: Über Ionisierung der Luft durch Pflanzen 184
21. Hugo de Vries: Halbmutanten und Massenmutationen . 193
22. H. Rodewald: „Der Vegetationsversuch“ 199
23. August Rippel: Semipermeable Zellmembranen bei Pflanzen 202
24. R. Kolkwitz: Über die Schwefelbakterien-Flora des Solgrabens von Artern 218
25. N. Bezssonof: Über die Bildung der Fruchtkörper des Penicillium glaucum in konzentrierten Zuckerlösungen. (Mit Tafel IV.) 225
26. A. Schulz: Abstammung und Heimat des Rispenhafers und des Fahnenhafers (Avena diffusa Neilr. und A. orientalis Schreb.) 229

Nächste Sitzung der Gesellschaft

Freitag, den 26. Juli 1918,

abends 7 Uhr, im

Hörsaal des Pflanzenphysiolog. Instituts d. Universität,

Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 1.

Sitzung vom 26. April 1918.

Vorsitzender: Herr L. WITTMACK.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Boas, Dr. **Friedrich**, Dozent für Botanik an der K. Akademie in **Weihenstephan** (durch K. V. GOEBEL und L. KIESSLING) und

Krumbach, Dr. **Thilo**, Direktor der Zoologischen Station der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in **Rovigno** (Istrien) (durch C. CORRENS und BR. SCHRÖDER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Heinrich, Dr. **M.** in **Rostock** und

Falck, Dr. **Richard**, Professor in **Hann.-Münden**.

Herr P. LINDNER legte eine Anzahl Mikrophotogramme vor, die sich auf die Anatomie des Getreidekorns bezogen und insbesondere den Fettgehalt der einzelnen Organe bildlich zum Ausdruck brachten.

Mikroskopischer Nachweis von Fett in Aleuron- und Keimlingsgewebe.

Es ist auffällig, daß in den bekannteren Abbildungen von der Aleuronschicht immer nur die Aleuronkörner und der Zellkern als Inhaltsbestandteile der Aleuronzellen angedeutet sind. Nur bei JOHANNSEN, der die Entwicklung der letzteren im Embryosack genauer verfolgt hat, sind in einer einzigen Zelle kleine Öltröpfchen eingezeichnet worden (Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet Bd. II, Heft 3, 1884). TSCHIRCH bezeichnet die Aleuronzellen des Weizens geradezu als Ölzellen. Dieser Ausdruck erscheint überaus zutreffend, wenn man erst einmal eine Aleuronzelle so behandelt hat, daß sie ihr Öl in Form großer Öltropfen aus der Aleuron- und Plasmamasse ausgesondert hat.

Auf die Gewinnung des Öls aus den Aleuronzellen hat man wohl aus Unkenntnis der wirklichen Sachlage bisher nur wenig Gewicht gelegt.

Wie einige Mikrophotogramme von Aleuron-Zellgruppen aus menschlichen Faeces und aus Sperlingskot zeigten, hat der Verdauungsprozeß kaum eine Veränderung des mikroskopischen Bildes ergeben: die Zellen sind unverletzt und haben noch ihren vollen Inhalt. Nur zertrümmerte Zellen kommen demnach für die Verdauung in Betracht. Wiederkäuer allerdings verarbeiten auch die unverletzten Aleuronzellen und ist daher für sie die Fütterung mit Kleie besonders vorteilhaft.

Den Maischprozeß machen die Aleuronzellen in der Brauerei und Brennerei fast unversehrt durch; sie finden sich in den Trebern wieder. Wenn Geheimrat PAUL in München neuerdings die Schalen der Biertreber nach einem nicht näher beschriebenen Oxydationsverfahren zur Herstellung von Fett für die Margarinefabrikation benützt, so beutet er offenbar auch die Aleuronzellen aus. Wie von den Aleuronzellen wurden auch von dem Getreidekeimling Zellenbilder vorgelegt, in denen das Fett zur Absonderung vom Plasma gebracht worden war. Bei der Dünnwandigkeit der Keimlingsgewebe ist die Verdauung und Fettausbringung natürlich leichter als bei den Aleuronzellen mit ihren dicken Wandungen.

Plasmodosmen in den Zellwänden der Aleuronschicht.

Ein bei 1000facher Vergrößerung aufgenommenes Bild von einem Tangentialschnitt durch die Aleuronschicht zeigte die überaus feinen Plasmodesmen, auf die TANGL schon 1879 gestoßen war und über die er in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Wien 1884 berichtet hat. Im Unterschied zu den von ihm gegebenen Zeichnungen zeigten die Plasmodosmen des Photogrammes ober- und unterhalb der Zellwandmitte dachförmige scharf gebrochene Linien. Die benutzte Gerste war eine schwarze Gerste, die aus Mesopotamien eingeschickt war. Eine überaus scharfe bei 500facher Vergrößerung gemachte Aufnahme von dem Tangentialschnitt der gleichen Aleuronschicht, jedoch ohne Vorbehandlung mit Jod und Säure ließ keine Spur von Plasmodosmen erkennen.

Am Schluß der Sitzung regt Herr LINDNER an, daß öfter wie bisher solche Werke, auf die in den Mitteilungen Bezug genommen werden oder Neuerscheinungen der botanischen Literatur den Teilnehmern vorgelegt werden möchten. Er wies hin auf die Zweckmäßigkeit einer von ihm in Holland angetroffenen Gepflogenheit, die neu erschienenen Werke auf einem besonderen Tisch wochenlang zur Einsicht auszulegen.

Die geringe Mühe, ein neues Buch mit zur Sitzung zu bringen wird besonders von denjenigen Teilnehmern, denen Zeit und Gelegenheit zum Besuch von Büchereien fehlt, dankbar anerkannt werden.

Mitteilungen.

20. A. Ursprung und A. Gockel: Über Ionisierung der Luft durch Pflanzen.

(Eingegangen am 4. April 1918.)

Eine Ionisierung der Luft durch Pflanzen ist auf verschiedene Weise denkbar: 1. durch physiologische Prozesse, 2. durch aus der Atmosphäre stammende Induktionen, die sich auf der Oberfläche der Pflanze niedergeschlagen haben, 3. durch Emanation, die mit dem Bodenwasser oder mit den aus der Luft aufgenommenen Gasen in die Pflanze eingedrungen ist[1]), bzw. durch andere in der Pflanze vorhandene Stoffe, 4. durch Zerspritzen von Wasser bei der Blasenausscheidung submerser Pflanzen. Für die Pflanzenphysiologie ist vornehmlich die erste Möglichkeit von Interesse auf die wir uns daher im nachfolgenden beschränken; die anderen Möglichkeiten werden dabei nur in soweit berücksichtigt, als dies unbedingt nötig ist, indem sie eine Ionisierung durch physiologische Prozesse vortäuschen und somit eine wichtige Fehlerquelle darstellen können.

Die Literaturangaben über diesen Gegenstand sind sehr dürftig. SHEPPARD[2]) schreibt in seiner Photochemie: „Es ist interessant zu beobachten, daß die Atmosphäre rings um ein Blatt ionisiert ist, und wir können bei dieser Gelegenheit an die Zersetzung von CO_2 erinnern, die durch ultraviolettes Licht und Entladungsstrahlen bewirkt wird.“ Auf was für Untersuchungen diese Angabe sich stützt, wird leider nicht mitgeteilt. Aus dem Zusammenhang scheint hervorzugehen, daß die von SHEPPARD erwähnte Ionisierung mit dem Assimilationsprozeß verknüpft sein soll. Bei STOPPEL[3]) lesen wir, es sei nicht ausgeschlossen, daß bei Assimilation und Atmung Ionen an die Atmosphäre abgegeben oder aus ihr aufgenommen werden; eine experimentelle Prüfung dieser Vermutung wurde aber nicht vorgenommen. Die einzigen uns bekannten Versuche, die zu einem positiven Resultat führten und auch von STOPPEL erwähnt werden, finden sich in einer äußerst kurzen vorläufigen Mitteilung von ERNEST u. ZÁČEK[1]). Hiernach erhöhen frische Zweige von *Pinus silvestris* die Leitfähigkeit der Luft (Zahlen fehlen allerdings), abgestorbene aber nicht. Die Verfasser bedienten sich folgender Versuchsanordnung. In ein 2 hl fassendes Zinkgefäß wurde durch eine Öffnung im Deckel ein in Bernsteinfassung gehaltener Kupferdraht frei eingeführt; an dem Ende des Drahtes im Gefäß befand sich eine Zinkplatte als Zerstreuungskörper. Das andere Drahtende war mit den Elektrometerblättchen, das Gefäß mit dem Mantel des Elektrometers verbunden. „Um den Einfluß der Feuchtigkeit, die durch Transpiration des Kiefernzweiges hervorgerufen wird, auszuschalten, haben wir ins Gefäß etwas destilliertes Wasser hineingebracht. Zuerst wurde immer der natürliche Abfall des Elektrometers unter den beschriebenen Bedingungen bestimmt, sodann das Reisig in das Gefäß gebracht und der Abfall des Potentials von neuem gemessen.“ In erster Linie wird man hier an eine Ionisierung durch Atmung denken, doch sind auch andere Möglichkeiten[2]) vorhanden und die Kürze der Darstellung erlaubt kein sicheres Urteil. In diesem Zusammenhang sind ferner die Versuche über eine Ionisierung der Luft durch menschliche Atmung kurz zu streifen. Die Resultate lauten sehr verschieden. H. DUFOUR[3]) z. B. kommt zum Schluß, daß „die verschiedenen Atmungsprodukte der Lunge und der Haut, kurz, alle gasförmigen Ausscheidungsprodukte, welche der menschliche Körper abgibt“ die Luft ionisieren. ELSTER und GEITEL[4]) dagegen fanden, bei einer Nachprüfung der Angaben von ASHWORTH[5]), in der ausgeatmeten Luft keinen größeren Ionengehalt als in der natürlichen; nur bei einer Person, die fortgesetzt emanationshaltige Luft eingeatmet hatte, war in der ausgeatmeten Luft und im Urin Emanation nachweisbar.

---

[1]) Von PILZ konnte ein Einfluß der Radiumdüngung auf die Radioaktivität der geernteten Pflanzensubstanz allerdings nicht nachgewiesen werden. Nach Ref. in Bot. Centralbl. 1917, **135**, p. 38. — Über die Aufnahme von Emanation mit der Atmungsluft vergleiche die zitierte Arbeit von ELSTER und GEITEL.

[2]) SHEPPARD, Lehrbuch der Photochemie. Deutsch von Iklé 1916, p. 485.

[3]) STOPPEL, Die Abhängigkeit der Schlafbewegungen etc. Zeitschr. f. Bot. 1916, **8**, p. 641, 671.

---

[1]) ERNEST und ZÁČEK, Über die Wirkung der Koniferen auf die Leitfähigkeit der Luft. Sitz.-Ber. der böhm Ges. d. Wiss. math.-naturw. Kl. 1918, 9.

[2]) z. B. Isolationsfehler; Angaben über Prüfung der Konstanz der Isolation fehlen.

[3]) H. DUFOUR, Die Leitfähigkeit der Luft in bewohnten Räumen. Physik. Zs. 1906, 7, p. 262.

[4]) ELSTER u. GEITEL, Über die Aufnahme von Radiumemanation durch den menschlichen Körper. Physik. Zs. 1904. 5, p. 729.

[5]) ASHWORTH, Nature 1904, 70, p. 454.

Im Anschlusse an Assimilationsuntersuchungen, die der eine von uns in dieser Zeitschrift vor kurzem mitteilte, gewann für uns die Frage nach der Ionisierung der Luft durch Pflanzen erhöhtes Interesse, so daß wir uns zu orientierenden Versuchen mit den heutigen verfeinerten Hilfsmitteln entschlossen.

Wirkung auf die photographische Platte.

Bevor wir zu den entscheidenden Untersuchungen mit dem Elektrometer übergehen, seien einige beiläufige Experimente über die Einwirkung unseres Versuchsmaterials auf die photographische Platte kurz erwähnt. Da die photographische Platte beim Studium der Radioaktivität häufig als Indikator benutzt wird, waren einige Versuche in dieser Richtung erwünscht. Dabei war uns natürlich von Anfang an bewußt, daß die photographischen Schichten auf die allerverschiedensten Arten entwicklungsfähig gemacht werden können, und daß bei der Interpretation solcher Erscheinungen die größte Vorsicht nötig ist. Die Platte (Hauff orthochromatisch extrarapid) kam mit der Schichtseite nach unten in eine leere Plattenschachtel, in deren Boden ein Zeichen ausgeschnitten war. Die zu prüfende Pflanze wurde auf den Boden eines lichtdichten Kistchens aus schwarzem Karton mit lichtsicherem Verschluß gebracht und die Schachtel mit der Platte darauf gelegt, so daß die empfindliche Schicht von der Pflanze durch eine Luftschicht von der Dicke des Schachtelbodens getrennt war. Die ganze Apparatur blieb beständig in einem guten Dunkelzimmer, so daß sicher kein Licht zutreten konnte. Nach 1—7 tägiger Exposition ließen Querscheiben eines lebenden Kiefernastes, Blätter von *Primula obconica*, keimende Erbsen, gärende Hefe eine Einwirkung auf die Platte erkennen. Die Bilder waren in einigen Fällen solarisiert, in andern nicht, was auch schon SCHEMINZKY[1]) bei ähnlichen Experimenten gefunden hatte. Eine Erklärung strebten wir nicht an, erhielten aber immerhin gewisse Aufschlüsse, die nicht übergangen werden sollen. So wurde die empfindliche Schicht nicht verändert als wir sie mit einer dünnen Glasplatte bedeckten; es handelte sich also in dem betreffenden Falle (Kiefernholz) offenbar nicht um eine Luminiszenzerscheinung. Da wir, wie gleich gezeigt werden soll, auch keine Ionisierung der Luft beobachteten, so wird an eine chemische Einwirkung zu denken sein. SCHAUM[1]) teilt die Stoffe, die hier in Betracht fallen ein in 1. Reduktionsmittel (hierher würde z. B. die Ameisensäure gehören, deren Wirkung auch von BOUASSE[2]) besprochen und von uns direkt geprüft und bestätigt wurde), 2. Oxydationsmittel, 3. Fällungsmittel, 4. Lösungsmittel, 5. Indifferente Stoffe (z. B. schwache Säuren, wie Essigsäure, Kohlensäure, die z. T. eine sehr kräftige Wirkung auf die Platte ausüben), 6. Verunreinigungen gewisser indifferenter Stoffe (z. B. durch Wasserstoffperoxyd, Ozon; gewisse ätherische Öle, wie Terpentin- und Lavendelöl ozonisieren den Sauerstoff der Luft, worauf wahrscheinlich die Wirkung von Holz[3]) und Papier beruhen dürfte). Eine Beeinflussung der Platte auf diesem Wege ist leicht möglich, da vielfach derartige Substanzen von der Pflanze gebildet werden. Wir haben auch bei unsern *Primula*blättern, bei gärender Hefe und keimenden Erbsen das Vorhandensein reduzierender Substanzen mit Silbernitrat oder Sublimat leicht nachweisen können. Selbst Luft, die über Blattstücke von *Primula obconica* geleitet worden war, erzeugte in Silbernitrat eine Schwärzung. Es ist daher für unser Versuchsmaterial nicht nötig die Erklärung mit SCHEMINZKY in einer „Elektronenstrahlung" zu suchen, um so mehr als die direkte Prüfung (siehe unten) dagegen spricht. SCHEMINZKY gibt allerdings an, daß faulende Bohnen auch durch eine Glasplatte hindurch auf die photographische Platte einwirkten; doch wurde von ihm die nächstliegende Ursache — die Luminiszenz — gar nicht berücksichtigt.

---

[1]) Wir verzichten auf die Wiedergabe von Abbildungen die bei SCHEMINSKY, Photographischer Nachweis von Emanationen bei biochemischen Prozessen. Biochem. Zs. 1916, 77, p. 14 nachgesehen werden mögen.

Elektrometerversuche.

Es kamen zwei Methoden zur Anwendung: 1. Beobachtung des Spannungsabfalles unter Benützung eines WULFschen Elektrometers. 2. Beobachtung der Aufladung unter Benützung eines LUTZschen Elektrometers.

Auf den Hals des WULFschen Elektrometers wurde ein Messingteller aufgesetzt. Darauf stand eine Glasglocke von 14,6 cm inneren Durchmesser und 30 cm Höhe; ihre Innenseite war, um sie leitend zu machen, mit konzentrierter Chlorkalziumlösung bestrichen. Als Zerstreuungskörper diente ein auf das Elektrometer gesteckter Eisenstift von 25 cm Länge und 2,8 mm Durchmesser. Die Aufrechterhaltung einer guten Isolation in dem durch Transpiration feuchten Raum unter der Glocke erforderte besondere Sorgfalt. Es wurde deshalb der untere Teil des Zerstreuungskörpers noch mit einem Schutzzylinder von 67 mm Höhe und 15 mm Durchmesser umgeben; dieser Zylinder war von einem zweiten gleich hohen eingeschlossen und der Raum zwischen beiden mit gekörntem Chlorkalzium gefüllt. Dadurch sollte ein Eindringen feuchter Luft zum Bernsteinisolator des Elektrometers möglichst verhindert werden, ohne daß das starke Feld eine Störung der Messungen bewirkte. Dieser doppelte Schutzzylinder war gleich der Glocke geerdet. Selbstverständlich wurde die Isolation nach jeder Versuchsserie geprüft und alle Messungen verworfen, wenn die Isolation sich vermindert erwies. Eine Verschlechterung derselben konnte übrigens nur in der Weise wirken, daß sie einen in Wirklichkeit nicht vorhandenen Ionisationseffekt vortäuschte. Unser Resultat, daß ein solcher fehlt, ist also, soweit es sich um die Messungen mit dem WULFschen Elektrometer handelt, auf jeden Fall frei von jeder Beeinflussung durch Isolationsfehler. Das Aufladen erfolgte mit Hilfe der am Elektrometer angebrachten Ladevorrichtung, eine Entfernung der Glocke war also nicht nötig. Wir arbeiteten stets mit Ladungen beiden Vorzeichens. Die Empfindlichkeit betrug ungefähr 1,3 Volt pro Skalenteil; die Kapazität 9,7 cm[1]).

---

[1]) SCHAUM, Versuch einer Systematik der Wirkungen chemischer Agenzien auf photographische Schichten. Zeitschr. f. wiss. Photographie 1904, 2, p. 205.

[2]) BOUASSE, Cours de physique, p. 417.

[3]) RUSSELL, der mit vielen Holzarten experimentierte und die Resultate durch schöne Photographien illustrierte, vermutet in Wasserstoffsuperoxyd das wirksame Agens. On the action of wood on an photographic plate in the dark. Phil. Trans. of the Roy. Soc. London. B. 1905, **197**, p. 281.

Auf den Hals des LUTZschen Elektrometers kam der schon oben erwähnte Messingteller, der ebenfalls geerdet war. Zwischen Messingteller und Glocke befand sich hier ein Paraffinring von 3,2 cm Breite und 1,5 cm Höhe. Er diente zur Isolation der Glocke die im Innern zu $^3/_4$ des Umfanges mit Stanniol ausgekleidet und mit dem einen Pol einer KLINGELFUSSschen Batterie von 80 Akkumulatoren verbunden war, während der andere Pol über einen Flüssigkeitswiderstand zur Erde ging. Die Verwendung dieses Elektrometers erfolgte in Saitenschaltung[2]). Zur Aufladung der beiden Schneiden diente je eine Batterie von 30 Bittersalzelementen, deren anderer Pol jeweils geerdet war. Die Saite lief in den schon beim WULFschen Elektrometer benutzten Eisenstift aus, der mit Hilfe eines den Paraffinring durchsetzenden, drehbaren Drahtbügels ohne Abheben der Glocke leicht geerdet werden konnte. Auch hier schützte der Doppelzylinder mit Chlorkalziumfüllung den Bernsteinisolator. Bei dieser Anordnung mußte nun ein Isolationsfehler einen etwa vorhandenen Ionisationseffekt verwischen, doch gelang es auch da einwandfreie Resultate zu erzielen.

---

[1]) Die Kapazität des Systems setzt sich aus 3 Gliedern zusammen: Kap. des Elektrometers, plus Kap. der beiden Zylinderkondensatoren Glocke-Stift und Schutzzylinder-Stift.

[2]) Vgl. LUTZ, Physikal. Zeitschr. 1912, 13, p. 954.

Die Empfindlichkeit in dem benutzten Intervall betrug 0,2 Volt pro Skalenteil, die Kapazität 7,5 cm. Da ein Fünftel Skalenteil = 0,04 Volt noch mit Sicherheit abzulesen war, so betrug die sekundliche Ladungsänderung, die noch bemerkt werden konnte $7{,}5 \times \frac{0{,}04}{300} = 0{,}001$ E. S. E. Wir beobachteten meistens 19 Minuten lang und hätten somit eine sekundliche Ladungsänderung von $\frac{7{,}5 \times 0{,}04}{1140 \times 300} = 9 \times 10^{-7}$ E. S. E. finden können. Es entspricht das einer sekundlichen Ionenerzeugung von $\frac{9 \times 10^{-7}}{4{,}65 \times 10^{-10}} =$ rund 2000 im ganzen Raum oder $\frac{2000}{7{,}3^2 \times \pi \times 30} = 0{,}4$ Ionen im ccm, die uns nicht hätten entgehen können.

1. Beobachtung des Spannungsabfalles, Wir führten 12 größere Versuchsreihen aus mit Zweigen von *Picea excelsa*, *Pinus silvestris*, mit Sprossen kräftiger Topfpflanzen von *Fuchsia* und *Rosmarinus*, sowie mit panachierten und grünen Blättern von *Acer Negundo*. Alle Versuchspflanzen wurden an der leitenden geerdeten Innenwand der Glocke befestigt; die krautigen tauchten mit der Schnittfläche in ein kleines mit Wasser gefülltes Reagensglas, das oben mit Plastolin abgedichtet war. Die Belichtung erfolgte mit einer Osramlampe von 2500 Kerzen, deren Strahlen häufig durch eine Linse konzentriert und durch Zwischenschaltung einer 22 cm dicken Wasserschicht in parallelwandiger Glasküvette von der Hauptmasse des Ultrarot befreit wurden. Eine Beeinflussung durch Ultraviolett war unter diesen Umständen ausgeschlossen. Daß die Pflanzen unter der Glocke bei der beschriebenen Anordnung assimilierten, hatten Vorversuche sichergestellt. Zur Ausschaltung der Assimilation wurde die Glocke mit einem Zylinder aus schwarzem Karton überdeckt unter Konstanthaltung aller übrigen Bedingungen. Zum Schutz des Bernsteinisolators bedienten wir uns anfänglich nur der am Instrument angebrachten Natrium-Trockenvorrichtung, später wurde noch der Doppelzylinder

mit Chlorkalzium aufgesetzt und der Bernstein durch eine dem Elektrometer genäherte Glühlampe schwach erwärmt.

Vor Benutzung des verstärkten Isolationsschutzes war häufig der Spannungsabfall unter der Glocke mit Pflanze größer als ohne Pflanze. Eine solche Vortäuschung einer Ionisierung der Luft durch die Pflanze war gewöhnlich durch Isolationsfehler bedingt und nach Verbesserung der Isolation nur selten wahrnehmbar. Es sind aber auch noch andere Fehlerquellen möglich. Zur Illustration sei das stark gekürzte Protokoll einer Versuchsreihe mit *Fuchsia* erwähnt, die von 9^h vormittags bis 4^h 30 nachmittags dauerte. Die Pflanze wurde abwechselnd belichtet und verdunkelt je $^1/_2$—2 Stunden lang. Das Elektrometer war + aufgeladen. Die Zahlen geben den Spannungsabfall pro Minute in Volt.

	Volt
Isolationsprüfung (ohne Glocke und Zerstreuungskörper), also bei ca. halb so großer Kapazität	0,061
Ganze Apparatur, ohne Pflanze	0,160
Ganze Apparatur, mit Pflanze	0,190
allmähliches Ansteigen bis	0,296
Ganze Apparatur, ohne Pflanze	0,364
Isolationsprüfung	0,050

Wie die Isolationsprüfungen zu Beginn und Schluß des Versuches zeigen, dürfte es sich hier um Zunahme der Ionisation handeln; die Pflanze kann aber dafür nicht verantwortlich gemacht werden, da auch unter der leeren Glocke die Ionisation weiter ansteigt[1]). Erwähnt sei noch, daß der regelmäßige Wechsel von Licht und Dunkel keine entsprechende Periodizität der Zerstreuung zur Folge hatte. Als Beispiel für den gewöhnlichen Verlauf sei ein Versuch mit *Pinus silvestris* angeführt, der Pflanze für welche ERNEST und ZÁČEK ein positives Resultat gefunden haben wollen. Der Spannungsabfall betrug anfänglich 0,140 Volt pro Minute und war noch nicht gestiegen als 2 frische, kräftige Zweige über einen Tag unter der Glocke verweilt hatten.

2. Beobachtung der Aufladung. Versuchspflanzen waren: gärende Hefe in Nährlösung, *Penicillium* und *Phycomyces* auf Brot, *Cladophora* mit anhängendem Wasser, ebenso *Sphagnum* und *Elodea*; ferner *Evernia*, frische und dürre Zweige von *Pinus silvestris*,

---

1) Verunreinigungen durch Spuren radioaktiver Substanzen bilden nach den Erfahrungen des einen von uns eine gar nicht seltene Fehlerquelle bei feineren Ionisationsmessungen.

Blätter von *Primula obconica*, bewurzelte Exemplare mit mehreren Blättern von *Phaseolus* und *Pisum* in Sägespänen kultiviert, die Wurzeln entweder in Wasser in oben mit Plastolin abgedichteten Reagenzgläsern oder mit anhängendem Wasser frei in Luft. Die Pflanzen waren an der aufgeladenen Innenwand der Glocke befestigt und kamen stets in solchen Mengen zur Verwendung, daß der von Stanniol freie Teil der Glockenwand möglichst vollständig mit ihnen bedeckt war. Die Nährlösung mit der Hefe befand sich in flachen Porzellanschalen, ebenso *Penicillium*, *Phycomyces* und *Cladophora*. Die Belichtung erfolgte wie früher. Durch besondere Versuche überzeugten wir uns, daß vor Einbringen der Pflanze Sättigungsstrom vorhanden war und daß die durch das Einbringen der Pflanze verursachte Kapazitätserhöhung vernachlässigt werden konnte. Kontrollmessungen zeigten ferner, daß bei mehrmaliger Wiederholung des gleichen Versuches (Aufladung unter Glocke ohne Pflanze) die maximale Differenz 0,2 Skalenteile nicht überstieg.

In allen Fällen — mit Ausnahme der gärenden Hefe, von der noch die Rede sein soll — war die Aufladung der Saite in derselben Zeit geringer, wenn die Pflanze sich unter der Glocke befand. Dabei wurde natürlich streng darauf geachtet, daß die gesamte Versuchsanordnung — excl. Vorhandensein und Fehlen der Pflanze — genau dieselbe war, vor allem auch, daß die Bewegung der Saite beidemal im gleichen Skalenbezirk erfolgte. Zur Erläuterung diene ein Protokoll mit *Phaseolus*, Pflanze belichtet.

Glocke +		Glocke —	
Aufladung während 19 Minuten in Skalenteilen		Aufladung während 19 Minuten in Skalenteilen	
ohne Pflanze	mit Pflanze	ohne Pflanze	mit Pflanze
17,4	15,0	15,2	14,0

Da nach Kontrollversuchen die Verringerung der Aufladung weder durch Kapazitäts- noch durch Isolationsänderungen verursacht war, muß die Erklärung in der Zunahme der Luftfeuchtigkeit durch die Transpiration der Pflanzen gesucht werden. Die Ionen werden durch Anlagerung an den Wasserdampf offenbar träger, was eine langsamere Aufladung der Saite zur Folge hat. Gewöhnlich war, wie in diesem Beispiel, das durch die Pflanze verursachte Aufladungsdefizit unter der + Glocke größer als unter der negativen, doch wurde auch (*Primula*blätter) das entgegengesetzte Verhalten beobachtet.

Wie schon erwähnt, bewirkte unter allen Versuchspflanzen nur gärende Hefe eine Steigerung der Ionisation. Wie auch der beigegebene Protokollauszug zeigt, ist die Steigerung am stärksten unter der negativen Glocke. Ferner beobachteten wir eine bedeutende Steigerung nur bei reichlicher Blasenbildung, während bei schwacher Blasenbildung ein Einfluß kaum vorhanden war. Das deutet darauf hin, daß die Zunahme der Ionisation als direkte Folge der Blasenbildung aufzufassen sein wird und nur indirekt mit physiologischer Tätigkeit zusammenhängen dürfte. Diese Auffassung wird bestätigt 1. durch das Fehlen nachweisbarer Ionisation bei allen übrigen Versuchspflanzen, trotz vorhandener Atmung bzw. Assimilation, 2. durch die Tatsache, daß beim Zerspritzeffekt Ionen frei werden. Auch das Vorzeichen stimmt, da beim Zerspritzen — Ionen erzeugt werden.

Glocke +		Glocke —	
Aufladung während 19 Minuten in Skalenteilen		Aufladung während 19 Minuten in Skalenteilen	
ohne Hefe	mit Hefe	ohne Hefe	mit Hefe
17,1	17,8	15,8	17,7

Versuche mit periodischem Wechsel von Belichtung und Verdunkelung wurden bei Verwendung des LUTZschen Elektrometers nur in geringer Zahl angestellt. Immerhin verdient Erwähnung, daß bei *Phaseolus* die Aufladung der Saite im Licht deutlich schwächer war als im Dunkeln, was wahrscheinlich mit der gesteigerten Transpiration (Wasserdampf) zusammenhängt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die von uns beobachtete Ionisierung rein physikalisch erklärbar ist und daß die Eingangs erwähnten Angaben über eine Ionisierung der Luft durch physiologische Prozesse in keinem Falle bestätigt werden konnten.

21. Hugo de Vries: Halbmutanten und Massenmutationen.

(Eingegangen am 3. April 1918.)

In dem letzten Jahrzehnt haben sich die Beobachtungen über das plötzliche Auftreten neuer Formen immer zahlreicher angehäuft, und ist unsere Einsicht in diesen Vorgang allmählich klarer geworden. Dagegen sind keine einwurfsfreien Fälle aufgefunden, in denen neue Varietäten oder Arten durch eine allmähliche Häufung fluktuierender Variationen, auf Grund ihres Nutzens im Kampf ums Dasein, entstanden sind. E. BAUR hat diese Sachlage in seiner „Einführung in die experimentelle Vererbungslehre“ ausführlich betont und aus eigener Erfahrung neue Mutationen beschrieben. Ich hebe nur die beiden Formen hervor, welche in seinen *Antirrhinum*-Kulturen auftraten, eine mit grasartig schmalen Blättern und eine rein weibliche Sippe. Andere Beispiele, wie die rote Sonnenblume von COCKERELL, die eichenblättrige Wallnuß von BABCOCK usw. ließen sich leicht anhäufen. Auch im Tierreich sind sprungweise Neubildungen, namentlich durch die Untersuchungen MORGAN's und seiner Schüler an der Fliege *Drosophila*, über allen Zweifel erhoben worden.

Versucht man nun, auf Grund der vorliegenden Erfahrungen, sich eine Vorstellung über den Hergang der Neubildung in der Natur zu machen, so können dabei die Erscheinungen der Halbmutanten und der Massenmutationen als Ausgangspunkte dienen. Massenmutationen nennt man, nach dem Vorgange BARTLETT's, diejenigen Fälle, in denen Neuheiten nicht, wie sonst, in etwa 1 % oder weniger der Individuen auftreten, sondern in weit höheren Prozentzahlen. Halbmutanten aber nennt man jene Exemplare, welche aus der Verbindung einer mutierten mit einer normalen Sexualzelle hervorgegangen sein müssen. Spaltet sich ihre Nachkommenschaft nach der bekannten Regel, so liefern sie etwa zu einem Viertel Mutanten, und rufen somit die Erscheinung der Massenmutation ins Leben.

Wie leicht ersichtlich, läßt sich dieses Prinzip auf zahllose Einzelfälle anwenden. Ich werde mich aber hier auf einige von mir selbst beobachtete, und anderswo bereits beschriebene Fälle beschränken. Sie werden hoffentlich ausreichen, um zu zeigen, daß Halbmutanten und Massenmutationen bei der Entstehung von Neuheiten, sowohl in Kulturen als im Freien, eine hervorragende Rolle spielen müssen. Ich gehe dabei von der Vorstellung aus, daß die inneren Mutationen während der Ausbildung der Sexualzellen stattfinden, und daß diese somit zur Zeit der Befruchtung bereits mutiert sind. Treffen nun zwei in derselben Weise mutierte Zellen dabei zusammen, so entsteht eine volle Mutation; viel häufiger müssen sich aber mutierte Gameten mit nicht-mutierten verbinden und Halbmutanten erzeugen.

Völlig klar liegen die Verhältnisse in Kulturen von reinen Linien vor. Ich wähle deshalb als erstes Beispiel die Entstehung von Zwergen aus *Oenothera Lamarckiana mut. gigas.*[1]) Diese im Jahre 1895 entstandene und seitdem stets rein befruchtete und genau kontrollierte Rasse erzeugt regelmäßig Zwerge und zwar in zweierlei Weise. Alljährlich sieht man einzelne kleine Individuen unmittelbar aus den hohen Vorfahren entstehen und zwar in etwa 1—2 % der Nachkommen. Sie sind sofort konstant. Daneben aber treten Halbmutanten auf, welche den reinen Individuen äußerlich gleich sind und nur daran erkannt werden, daß sie nach Selbstbefruchtung zu etwa einem Viertel Zwerge liefern. Die übrigen Nachkommen sind dann teils normale konstante *Gigas*, zum größeren Teil aber — etwa in der Hälfte aller Exemplare — können sie nach Selbstbefruchtung die Spaltung wiederholen. Offenbar müssen diese Halbmutanten ihre Entstehung der Kopulation einer normalen mit einer mutierten Sexualzelle verdanken, und müssen die viel selteneren, unmittelbar aus der Rasse auftretenden Zwerge durch das Zusammentreffen zweier mutierter Gameten entstehen.

Hier liegen die beiden Möglichkeiten somit so klar vor, wie überhaupt möglich. In den meisten anderen Fällen beobachtet man aber nur die eine oder die andere. Bevor ich zu deren Besprechung schreite, sind noch zwei Punkte zu betonen. Erstens kann man offenbar aus den gelegentlich auftretenden Halbmutanten Rassen ableiten, indem man die beiden von ihnen abgespaltenen konstanten Typen alljährlich ausmerzt. Solche Rassen dürften in der Natur gar nicht selten sein. Zweitens aber erfordert unsere Vorstellung die Annahme wiederholter innerer Mutationen in demselben Merkmal, denn nur damit kann man die alljährliche Erscheinung von Zwergen und Halbmutanten aus der reinen Hauptlinie der Rasse erklären. Wie ich mehrfach betont habe, ist dieses wiederholte Umschlagen in derselben Richtung einer der wichtigsten Züge der ganzen Erscheinung; es deutet auf einen inneren Zustand der Mutabilität, dessen hypothetischen Anfang ich Prämutation genannt habe. Daß dieser Zustand von demjenigen der Halbmutanten prinzipiell verschieden ist, dürfte völlig klar sein.

---

1) Oenothera gigas nanella, a Mendelian mutant. Botanical Gazette Vol. LX. 1915 S. 337.

Halbmutanten kann man als Bastarde zwischen Gameten gleicher Abstammung betrachten, und dementsprechend auch Hybridmutanten nennen. Sie müssen denselben Spaltungsgesetzen folgen wie echte Bastarde, welche durch die Verbindung verschiedener Arten, Varietäten oder Rassen erzeugt worden sind. Demgegenüber sind die inneren Mutationen, welche die äußerlich sichtbaren Neubildungen hervorrufen, ganz anderer Natur; sie werden von den gewöhnlichen Spaltungsgesetzen nicht beherrscht und können durch diese nicht erklärt werden.

Jetzt wollen wir das Prinzip auf die Erklärung einiger früher beobachteten Mutationen anwenden. Ich wähle zunächst das Auftreten einer sterilen Form aus dem gewöhnlichen badischen Mais. Diese Neuheit war völlig unverzweigt. Der Stamm hatte am Grunde keine Seitenstämme, trug keine Kolben und die Rispe war durch eine nackte Spindel ohne Blüten ersetzt [1]). Sie trat in einer Rasse auf, welche ich nach einer einfachen Regel kultivierte, indem ich jedes Jahr nur die Samen eines einzelnen Kolbens aussäte, die Befruchtung aber, bei genügender Entfernung der Pflanzen, dem Winde überließ. In den ersten sechs Jahren gab es keine unverzweigten Exemplare. Diese erschienen zuerst in der siebenten Generation und zwar waren es 40 Individuen in einer Kultur von 340. Die Prozentzahl ist somit 12 und deutet offenbar auf Massenmutation hin. Neben diesen nackten Stämmen gab es einige Pflanzen mit unvollkommen ausgebildeten Rispen, und in der Nachkommenschaft von einer von diesen wiederholte sich die Erscheinung, indem unter 59 Exemplaren 19% wiederum unverzweigt waren.

Zur Erklärung nehmen wir an, daß eine Sexualzelle der fünften Generation in der fraglichen Richtung mutiert worden war, und daß diese sich bei der Befruchtung mit einer normalen Zelle verbunden hat. So konnte in der sechsten Generation eine Halbmutante entstehen, und diese würde, im Falle reiner Selbstbefruchtung, etwa 25 % steriler Maispflanzen liefern. Da aber die Befruchtung nicht völlig rein war, mußte das prozentische Verhältnis etwas geringer ausfallen. Die sechste Generation mußte nebenbei Halbmutanten enthalten, und diese konnten die Spaltung wiederholen.

Dieses Vorbild dürfte zunächst eine Erklärung für das Entstehen steriler Varietäten im allgemeinen geben. Leider weiß man, obgleich solche im Gartenbau gar nicht selten und namentlich für gewisse gefülltblütige Formen allgemein bekannt sind, über ihre erste Entstehung fast gar nichts. Aber ein gutes Beispiel geben die gelben Keimlinge, welche sich, aus Mangel an Chlorophyll, nicht über das Stadium der Kotylen entwickeln können. Sie treten gar häufig als Massenmutationen auf. Ich fand z. B. bei *Linaria vulgaris* 25 %, bei *Papaver Rhoeas* 15—30 %, bei *Scrophularia nodosa* 10 bis 15 %, bei *Clarkia pulchella* 9—13 % und in anderen Fällen mehrfach über 10 % solcher gelber, bald absterbender Keime. Offenbar waren die Individuen, von denen ich die betreffenden Samen geerntet hatte, Halbmutanten gewesen. In einigen Fällen sind diese letzteren wohl neu in meinen grünen Rassen entstanden, in anderen aber dürften ihre Vorfahren bereits analoge Spaltungen erlitten haben, und handelte es sich somit um Rassen von solchen Halbmutanten. Nach neueren Erfahrungen, welche indessen noch nicht spruchreif sind, bringen solche Rassen auch konstante grüne Individuen hervor, wie sie die Spaltungsformel erwarten läßt.

---

[1]) Siehe die Abbildung in Botanisch Jaarboek Vol. I, Taf. I.

Ueberall, wo im Freien oder in der Kultur Selbstbefruchtung für eine Art die Regel ist, können in der beschriebenen Weise Halbmutanten und Massenmutationen sich an dem Vorgange beteiligen. Und dieses würde erklären, weshalb solche Neuheiten so oft in mehr als einem Exemplare angetroffen werden.

Bei zweihäusigen Arten aber, und bei solchen, deren Individuen mit dem eigenen Pollen keine Samen hervorzubringen pflegen, müssen die Verhältnisse etwas komplizierter sein. Verschiedene Arten von Kompositen von Klee, von *Salvia* usw. sind selbst — steril auch wenn sie, in isolierten Exemplaren, von Insekten fleißig besucht werden. Ebenso verhielten sich in meinem Garten z. B. *Bartonia aurea, Convolvulus cupanicus, Nemesia versicolor, Nierembergia gracilis, Nycterinia capensis* und andere.

Treten nun in solchen Fällen Mutationen von Sexualzellen ein, so dürfte die Aussicht auf das Zusammentreffen zweier gleichsinnig umgebildeter Gameten eine äußerst geringe sein. Weniger selten müssen Halbmutanten entstehen können, und nimmt man an, daß dieselbe Mutation wiederholt vorkommt, so dürfte auch eine Kreuzung von Halbmutanten die neue Form sichtbar und in erheblicher Anzahl erscheinen lassen. Aber auch Halbmutanten sind selten, und die Aussicht, daß deren zwei im Freien oder in einer Kultur sich gegenseitig befruchten, scheint für die Erklärung der beobachteten Fälle noch zu gering zu sein. In der Regel werden die äußerlich als solche nicht kenntlichen Halbmutanten von normalen Exemplaren befruchtet werden, und es fragt sich, ob dadurch eine sichtbare Mutation entstehen kann. Dieses ist nun offenbar der Fall, wenn man annimmt, daß in den fraglichen Rassen die inneren Mutationen wiederholt vorkommen, daß es somit auf normalen Pflanzen von Zeit zu

Zeit mutierte Gameten gibt. Wird nun z. B. eine Halbmutante von solchem Pollen befruchtet, so ist die Aussicht auf eine sichtbare Mutation ausreichend groß, da von ihren Eizellen ja die Hälfte sich im mutierten Zustande befindet.

Wenden wir dieses auf die Entstehung der total-pelorischen Varietät von *Linaria vulgaris* an. Aus den Versuchen von BAUR über die analoge Form von *Antirrhinum majus* dürfen wir ableiten, daß es sich bei der fraglichen Mutation um einen einzigen Faktor handelt. Bei *Antirrhinum* ist die betreffende Rasse fruchtbar und im Handel, bei *Linaria* ist sie wiederholt entstanden, aber so gut wie steril.

In meiner Kultur von *Linaria vulgaris*, welche aus der bei uns im Freien wachsenden selbststerilen Rasse mit vereinzelten pelorischen Blüten abgeleitet war, trat in der fünften Generation die völlig pelorische Form plötzlich und unvermittelt auf, und wiederholte sich dann in der sechsten. Ich beobachtete sie in etwa 1 % der 1700 blühende Pflanzen umfassenden Kultur. Nehmen wir nun an, daß in der dritten (oder in einer früheren) Generation einzelne Sexualzellen in die total-pelorische Varietät umgebildet wären. Im nächstfolgenden Jahre könnten dann eine oder einzelne Halbmutanten auftreten, welche wegen der Dominanz des normalen Typus, sich äußerlich nicht verraten würden. Würden solche Halbmutanten sich gegenseitig rein befruchten, so müßten in den isoliert gehaltenen Ernten etwa 25 % pelorische Individuen gesehen werden. Solches war nicht der Fall. Würden aber die Halbmutanten von normalen Exemplaren mit vereinzelten mutierten Pollenkörnern befruchtet, so könnten nach dem Obigen vereinzelte Individuen des neuen Typus erwartet werden. Neben diesen müßten dann verhältnismäßig zahlreiche Halbmutanten erscheinen, und aus diesen könnte sich die sichtbare Mutation im nächsten Jahre wiederholen. In dieser Weise scheinen mir die beobachteten Tatsachen eine einfache und naturgemäße Erklärung zu finden.

Genau so verhält es sich mit *Chrysanthemum segetum*, welche Art gleichfalls in isolierten Exemplaren keine Samen ansetzt. Hier entstand in der fünften Generation meiner Rasse das erste Exemplar, welches eine Andeutung gefüllter Blütenköpfchen aufwies, und aus dessen Samen sich dann im nächsten Jahre die neue Varietät in der Mehrzahl der Individuen entfaltete. Hier liegt es auf der Hand anzunehmen, daß die kleine Gruppe von Samenträgern in jener fünften Generation neben der vollen, sichtbaren Mutation, eine oder mehrere Halbmutanten enthielt, und daß aus deren Kreuzung mit der ersteren sich die Neuheit in so großer Anzahl entwickelte.

Auch im Tierreich dürfte dasselbe Schema Anwendung finden. Das Zusammentreffen zweier gleichsinnig mutierten Gameten dürfte auch hier sehr selten sein, und die gegenseitige Befruchtung zweier Halbmutanten wäre gleichfalls eine Sache des Zufalls. Sie müßte die Erscheinung der Massenmutation hervorrufen. In den Kulturen von MORGAN mit *Drosophila ampelophila* sind weit über hundert Mutationen aufgetreten, aber, soweit aus seinen Angaben hervorgeht, immer nur vereinzelt und nie in höheren Prozentzahlen. Man muß somit annehmen, daß auch hier den inneren Mutationen zunächst Halbmutanten gefolgt sind, und daß erst nach deren Befruchtung die Mutation ans Licht trat.

Die im Obigen besprochenen Fälle erfordern nur die Annahme, daß die Halbmutanten sich nach dem Vorbilde der monohybriden MENDEL'schen Bastarde spalten. Ihre Erklärung ist dementsprechend einfach. Ohne Zweifel müssen innere Mutationen oft viel komplizierter sein, doch kann dieses das Prinzip nicht erschüttern. Bei geringem Umfang der Kulturen können die Mutationen auch erst einige Generationen nach der inneren Umbildung sichtbar werden, aber auch dadurch wird unsere Erklärung nicht geändert.

Gehen nun im Freien und in Kulturen Halbmutanten in der Regel den sichtbaren Mutationen voraus, so muß dadurch das Studium der inneren und äußeren Ursachen dieses Prozesses offenbar wenigstens um eine Generation verschoben werden, und dieses dürfte die Aufgabe wesentlich erschweren. Das Verhalten der Halbmutanten ist leicht zu erklären, aber wie die ursprünglichen inneren Mutationen zuerst entstehen, das ist die Frage, deren Lösung das Ziel der experimentellen Untersuchung auf diesem Gebiete sein muß.

22. H. Rodewald: „Der Vegetationsversuch“.

(Eingegangen am 5. April 1918.)

Unter dem hier als Überschrift gewählten Titel ist von THEODOR PFEIFFER in Breslau bei PAUL PAREY in Berlin 1918 ein Buch von 283 Oktavseiten erschienen, welches die Methoden der Untersuchung und die Arbeiten der Agrikulturchemiker auf dem Gebiete der Pflanzenernährung zur Darstellung bringt. Hier liegt ein Buch vor, daß von berufener Seite unter Berücksichtigung und kritischer Würdigung der Literatur den Gegenstand auf Grund eigener Erfahrung sachgemäß behandelt, und auf dessen Erscheinen ich die Botaniker nebenbei aufmerksam machen will.

Am Schlusse des Buches wird dem die ganze Versuchsanstellung beherrschenden LIEBIGschen Gesetz vom Minimum und dessen Verbesserung von MITSCHERLICH ein Kapitel gewidmet, in welchem auch die logarithmische Gleichung von MITSCHERLICH behandelt und die Bestimmung ihrer Konstanten gezeigt wird. Es entsteht die Frage, ob die MITSCHERLICHsche Gleichung, die zweifelsohne einen Fortschritt gegenüber der proportionalen Fassung des Gesetzes vom Minimum bedeutet, als ein Gesetz im strengen Sinne des Wortes zu betrachten ist. Hierzu möchte ich meine Ansicht zum Ausdruck bringen.

Wenn alle Entwickelungsfaktoren einer Pflanze mit Ausnahme eines einzigen im relativen Maximum gegeben sind, so soll die Trockensubstanzzunahme während der Entwickelung der Pflanze von dem einzigen im Minimum gegebenen sowie von den übrigen Wachstumsfaktoren in der Art abhängen, daß sich die Erträge durch eine Gleichung von der Form

$$\log (A-y) = k - cx$$

darstellen lassen.

In dieser Gleichung bedeuten: A den Höchstertrag an Trockensubstanz, den die Pflanze bei ihrer Entwickelung überhaupt erreicht. Durch ihn werden gewissermaßen alle Entwicklungsfaktoren in einheitlichem Maße gemessen.

y_0, y_1, y_2 . . . sind die Erträge, die die Pflanze liefert, wenn der im Minimum vorhandene Wachstumsfaktor die Größe x_0, x_1, x_2 . . . hat. k und c sind Konstanten.

In der Tat hat MITSCHERLICH und auch PFEIFFER durch zahlreiche Versuche gezeigt, daß sich die Erträge sehr oft durch diese Gleichung innerhalb der Versuchsfehlergrenzen darstellen lassen, aber nicht ausnahmslos. Mitunter müssen statt x Potenzen von x eingeführt werden oder die Abweichungen von der Gleichung erlangen Zahl und Größe, die sich nicht mit der Wahrscheinlichkeit der Beobachtungsfehler in Einklang bringen lassen.

Der Grund für diese Erscheinung liegt nach meinem Dafürhalten in der Tatsache, daß es unmöglich ist, die im relativen Maximum vorhandenen Entwicklungsfaktoren konstant zu halten. Man muß sich damit begnügen, die zu einer Versuchsreihe gehörenden Versuche den gleichen zum Teil aber für alle Versuche gleichartig wechselnden Bedingungen auszusetzen, und das ist nicht gleichbedeutend mit „konstant“. Konstant würde z. B. der Faktor Licht nur dann sein, wenn er Tag und Nacht mit derselben Intensität leuchtete. Wenn es möglich wäre, die Versuchsbedingungen absolut konstant zu halten, so müßte die Entwickelung der Pflanze stets zu dem gleichen Höchstertrage A führen. Das ist zunächst nicht in verschiedenen Jahren der Fall, weshalb auch die Konstante A in der Gleichung für jede Versuchsreihe neu berechnet werden muß.

Der Höchstertrag A kann auf die Entwickelung der Pflanze nur insofern einen Einfluß ausüben, als er die Entwickelungsfaktoren kennzeichnet. Wenn nun die Entwickelungsfaktoren innerhalb einer Versuchsreihe wechseln, so entspricht ihnen gewissermaßen ein verschiedener Höchstertrag und das beeinflußt auch den Koefficienten c der Gleichung, der die Richtung der Kurve beschreibt. Das geht schon daraus hervor, daß zum besseren Anschluß der Kurve an die Beobachtungen bei der Berechnung der Konstanten c der Höchstertrag innerhalb der Fehler verändert wird.

Die Differentiation der MITSCHERLICHschen Gleichung zeigt, daß die Ertragszunahme proportional der Größe A—y gesetzt ist. Nehmen wir nun einmal an, es befände sich bei einer Versuchsreihe Stickstoff im Minimum und zwei Gefäße wären mit den Mengen x_1 und x_2 gedüngt, wobei x_2 größer sein soll als x_1. Dabei möge zu Anfang der Entwickelung Licht, Temperatur usw. den Höchstertrag A_1 zulassen, so daß eine Kurve eingeleitet wird, die durch den Höchstertrag A_1 mitbestimmt wird. Wenn später Licht und Temperatur günstiger geworden sind und die übrigen Entwickelungsfaktoren von vorneherein hoch genug gewählt wurden, so lassen sie nunmehr einen höheren Höchstertrag A_2 zu, der jetzt seine Wirkung in einem steileren Ansteigen der Kurve geltend macht. Daher kommt es, daß auch bei günstigster Berechnung der Konstanten der Kurve nicht immer ein Anschluß an die Beobachtungen innerhalb der Versuchsfehler erzielt wird.

Wollte man einen weiteren Fortschritt in der Darstellung der Erträge durch eine Kurve machen, so wäre vor allem erforderlich, daß auch die im Maximum vorhandenen Entwickelungsfaktoren der Pflanze objektiv gemessen würden, anstatt sie durch ihre Wirkung in Gestalt des Höchstertrages in die Rechnung einzuführen. Dazu fehlt vorerst die Möglichkeit und solange sich keine solche auftut, wird die MITSCHERLICHsche Gleichung der beste Ausdruck für das sogenannte Gesetz vom Minimum bleiben, um so mehr, als durch sie mittelst des Wirkungsfaktors c voraussichtlich ein besserer Vergleich der verschiedenen Form ein und desselben Pflanzennährstoffes möglich ist, als bei der Annahme proportinaler Steigerung der Erträge.

23. August Rippel: Semipermeable Zellmembranen bei Pflanzen.

(Eingegangen am 15. April 1918.)

Wie in den weiter unten folgenden Ausführungen noch genauer zu zeigen sein wird, betrachtet man die semipermeablen Eigenschaften von Pflanzenzellen, wie sie in der bekannten Erscheinung des osmotischen Wasserdrucks, vermöge der selektiv permeablen Beschaffenheit der äußersten Grenzschicht des Protoplasmas, zum Ausdruck kommt, lediglich als der Protoplasmahaut zukommend, nicht aber den umgebenden Zellwandungen. Es ist das in gewissem Sinne (mit den unten gemachten Einschränkungen) richtig. Nun kennt man aber durch die Untersuchungen von BROWN, SCHROEDER, GASSNER bei Gramineenfrüchten ähnliche semipermeable Erscheinungen, die nach diesen Untersuchungen mit Sicherheit nicht an das lebende Protoplasma gebunden sind, da sie auch bei Samen, die durch Hitze oder durch ungehindert permeierendes Jod abgetötet sind, auftreten; in Verbindung mit der Tatsache, daß gewisse dieser semipermeablen Eigenschaften, wie die Deprimierung der Wasseraufnahme in Salzlösungen, nach Maßgabe der Konzentration derselben (SCHROEDER II, p. 187), den halbierten Samen fehlen, ergab sich mit Gewißheit, daß in diesen Fällen die Semipermeabilität gewissen noch nicht näher bestimmten leblosen Zellwandschichten der Samenschale zukommt. TJEBBES hat dann das gleiche für die Samen der Zuckerrübe festgestellt und schließlich hat SHULL (S. 182 ff.) es für eine ganze Anzahl von Samen nachgewiesen (hauptsächlich *Xanthium glabratum*, ferner *Alisma plantago-aquatica*, Gramineen, Zuckerrübe, Birne, Apfel, *Vicia faba* und andere Leguminosen, *Helianthus annuus*). Die Untersuchungen von SHULL beanspruchen besonderes Interesse, weil dieser Autor mit abgelösten Samenschalen gearbeitet hat, die über ein Osmometer gespannt die bekannten Erscheinungen des osmotischen Drucks wie eine typische semipermeable Membran in dem Osmometer hervorriefen.

Die Untersuchungen von SHULL verdienen denn auch weit größere Beachtung in ihren Konsequenzen, die sie für unsere

Kenntnis des Stoffverkehrs bei den Pflanzen ergeben, als man ihnen offenbar noch in neuester Zeit zuzusprechen geneigt ist. Ich möchte daher gerade darauf etwas näher eingehen, wenn auch die ursprünglich von mir beabsichtigte Untersuchung des semipermeablen Verhaltens der Samenschalen nicht viel prinzipiell neues bieten kann; gleichwohl sei vorher noch auf einige der Klärung bedürftige Punkte eingegangen.

Im Anschluß an eine kritische Besprechung der vermeintlichen Widerstandsfähigkeit des trockenen pflanzlichen Protoplasmas gegen wasserfreien oder auch wasserarmen Alkohol, Áether, Chloroform usw., die sich dort als eine Eigenschaft der umhüllenden Cellulose- bzw. cellulose-ähnlichen Membranen erwies, die in trockenem Zustande impermeabel für diese Flüssigkeiten sind, habe ich bereits (S. 495) darauf hingewiesen, daß die früher schon von SCHROEDER (S. 201) ausgesprochene Vermutung der Identität dieser und der semipermeablen Schichten sehr wahrscheinlich sei. Diese Auffassung finde ich auch bei SHULL vertreten. SCHROEDER denkt allerdings (S. 194) an kutinisierte und verkorkte Membranen und glaubt bei PFEFFER einen Hinweis in dieser Richtung gefunden zu haben. Darin muß ein Irrtum vorliegen, da PFEFFER nirgends an den von SCHROEDER zitierten Stellen (I, S. 144 u. 179) davon spricht, wohl aber an anderer Stelle (I, S. 155), doch in ganz anderem Sinne, nämlich in der Hinsicht, daß die genannten Schichten für diosmotische Fragen ausgenommen werden müssen, da sie sich nicht oder kaum mit Wasser imbibieren. Das trifft selbstverständlich gerade für unsere Frage der Semipermeabilität zu, so daß wir uns wohl mit dieser bekannten Tatsache nicht weiter auseinander zu setzen brauchen.

Was nun die semipermeablen Eigenschaften von Cellulose-Membranen betrifft, so werde ich weiter unten genauer darauf eingehen; nur möchte ich hier nochmals betonen, daß wir solche mit Sicherheit annehmen müssen. SHULL widerlegt (S. 182) die Auffassung von REICHHARDT, wonach der Tanningehalt der Samenschalen bei Gramineen die semipermeable Membran darstelle: bei *Xanthium* läßt sich das Tannin mit NaOH entfernen, ohne daß die semipermeablen Eigenschaften eine Änderung erfahren.

Auch ein von SCHROEDER gemachter Einwand sei hier noch erledigt: Dieser Autor meint, daß Cellulose-Membranen nicht für das semipermeable Verhalten in Frage kommen könnten, da solche leicht von konzentrierter Schwefelsäure gelöst würden, aber auch verdünnte Schwefelsäure durch die semipermeablen Schichten zurückgehalten wird. Aber das Verhalten konzentrierter H_2SO_4

läßt sich natürlich durchaus nicht mit dem verdünnter vergleichen, die bekanntlich Cellulose selbst in der Siedehitze nicht oder kaum merklich anzugreifen vermag. Anders dürfte das Verhalten gegen Salpetersäure sein, von der BROWN (S. 82/83) erwähnt, daß sie bis zu 1 proz. Verdünnung in verhältnismäßig kurzer Zeit in Gerstenkörner eindringt, dagegen selbst 36 proz. H_2SO_4 nicht. Salpetersäure wirkt ja auch in verdünntem Zustande viel stärker auf Cellulose ein als verdünnte H_2SO_4.

Zunächst erscheint nun sehr auffallend, wenn wir die bisher an Samen gemachten Beobachtungen ansehen, daß die Semipermeabilität, wie man nach vielen Angaben annehmen müßte, insbesondere Erbsen fehlen soll, wie SCHROEDER (S. 187) ausdrücklich festgestellt haben will. Doch hat SHULL (S. 183) mit seinem Osmometer auch bei Leguminosen, insbesondere *Vicia Faba* ebenfalls zweifellos das Vorhandensein einer semipermeablen Samenschale bewiesen, hebt allerdings ausdrücklich hervor (S. 183), daß die Leguminosen sehr wenig einheitlich darin zu sein scheinen. Es dürfte sich das wohl durch einen Blick auf die in Tabelle I dargestellten Ergebnisse erklären. Zu der Tabelle sei bemerkt, daß die Samen in $\frac{n}{10}$ Kochsalzlösung gelegt wurden und die Wasseraufnahme durch Wägen der Samen, die Zunahme des Kochsalzgehaltes der Außenlösung durch Titration mit Silbernitrat und Kaliumchromat als Indikator festgestellt wurde, also eine Methodik, wie sie auch von BROWN und SCHROEDER angewendet wurde und deren Genauigkeit für vorliegenden Zweck wohl genügen

Tabelle I.

Samen von	Anfangsgewicht	Wasser-Aufnahme in % des Anfangs-Gewichtes	Titer von 10 ccm Kochsalzlösung gegen Silbernitrat	
			theoretisch	gefunden
Pisum sativum I	9,7	83,0	14,2	12,2
„ „ II	10,1	87,4	16,0	13,2
Trifolium pratense . . .	16,5	141,2	24,2	13,7
Phaseolus multiflorus . .	12,5	106,4	13,7	12,3
Vicia Faba	25,3	65,2	15,0	13,7
Sinapis alba	16,6	118,0	19,6	12,6
Agrostemma Githago . .	7,7	60,0	12,3	12,1
Cannabis sativa	8,3	48,2	11,9	11,4
Aesculus hippocastanum .	20,5	21,8	11,4	11,6
Roggen	14,2	48,5	12,2	11,5

Tabelle II.

Samen von	Aufgenommenes Wasser in % des Anfangsgewichtes	Gefundener Titer in % des theoretischen Titers
Trifolium pratense	141,2	56,6
Sinapis alba	118,0	64,3
Phaseolus multiflorus	106,4	90,0
Pisum sativum I	87,4	82,5
" " II	83,0	85,9
Vicia Faba	65,2	91,3
Agrostemma Githago	60,0	98,4
Roggen	48,5	94,3
Cannabis sativa	48,2	95,8
Aesculus hippocastanum	21,8	100,0

dürfte. Aus der Wasseraufnahme läßt sich dann auch der theoretisch bei vollkommener Semipermeabilität vorhandene Kochsalzgehalt berechnen und in Tabelle II ist das Verhältnis des tatsächlich gefundenen Gehaltes in pCt. des theoretischen Gehaltes ausgedrückt.

Man ersieht nun aus diesen beiden Tabellen, daß sich unter den dort vertretenen Samen sehr große Unterschiede finden in Hinsicht auf den Grad der Undurchlässigkeit für Kochsalz. Ganz offenbar hängt das aber lediglich von den mit der Wasseraufnahme erfolgenden Quellungsverhältnissen ab, die bei den verschiedenen Samen sehr verschieden intensiv sind, und wodurch offenbar die Kontinuität der semipermeablen Membranen zerstört wird. Ich habe eine ähnliche Vermutung bereits ausgesprochen (S. 496). Man kann auch mikroskopisch sofort mit eintretender Quellung z. B. bei Leguminosen (*Vicia Faba*) an den auftretenden Quellungsrunzeln beobachten, daß zwischen den Pallisaden, von außen gesehen, größere Risse in Zickzacklinie, den Zellkonturen entsprechend, auftreten. Auch GASSNER weist (S. 647) darauf hin, daß „mit längerer Versuchsdauer sich also in außerordentlicher Weise die Fälle mehren, in denen die Samenschale gesprengt wird . . .“.

Sehr schön zeigt sich diese Gesetzmäßigkeit, wenn man die betreffenden Samen mit sinkendem Prozentsatz des aufgenommenen Wassers anordnet, wie es in Tabelle II geschehen ist. Man sieht dann, wie sich die Fehldifferenz des gefundenen zu dem aus der Wasseraufnahme berechneten Titer immer mehr vermindert (mit geringfügigen Ausnahmen) und bei *Aesculus hippocastanum* mit sehr langsamer Wasseraufnahme völlig wegfällt, so daß wir bei letzterem von einer absoluten Semipermeabilität sprechen können[1]).

Um einem Einwand vorzubeugen sei darauf hingewiesen, daß der Fehler, wie er bei Bestimmung des von den Samen aufgenommenen Wassers durch Wägung naturgemäß nicht zu vermeiden ist, bei kleinen Samen natürlich mehr zur Geltung kommen muß als bei großen; ein Blick in die Tabelle II zeigt jedoch, daß dies bei unseren Versuchen nicht erheblich ins Gewicht fallen kann; man vergleiche nur *Trifolium* und *Agrostemma*, *Phaseolus* und *Aesculus*.

Möglicherweise erklärt diese verschiedene Quellungsintensität auch das Verhalten der Samen von *Vicia Faba* und *Phaseolus multiflorus* gegen Jodlösung; nach BROWN und SCHROEDER permeiert Jod leicht durch die semipermeable Hülle, während Natriumthiosulfat dies nicht vermag und somit keine Entfärbung der in Jod geschwärzten Samen herbeizuführen vermag. 12 *Phaseolus*-Samen färbten sich in 1 proz. JK-Lösung + ½ pCt. Jod nach 24 Stunden alle und entfärbten sich, in 0,5 proz. Natriumthiosulfat gelegt, binnen weniger Stunden. Von 12 *Vicia*-Samen färbten sich in dieser Lösung nur 4, und diese 4 entfärbten sich auch in Natriumthiosulfat wieder. Ferner zeigten sich bunte (rötlich und dunkelviolett) *Phaseolus*-Samen in verdünntem Ammoniak nach 24 Stunden braungelbgrünlich verfärbt, während sie in verdünnter Salzsäure rot wurden. Braunrote Samen von *Vicia Faba* waren nach 24 Stunden in verdünntem Ammoniak schwarz, in verdünnter Salzsäure rot. Auch Samen von *Pisum sativum* färbten sich nach 24 Stunden in der Jodlösung und waren nach weiteren 24 Stunden in 0,5 proz. Natriumthiosulfat-Lösung entfärbt, höchstens zeigten sich noch Spuren mit Jod gebläuter Stärke im Innern der Samen an der äußersten Grenzlinie, bis zu der das Jod vorgedrungen war. Dagegen konnte ich an Haferkörnern in Übereinstimmung mit BROWN und SCHROEDER beobachten, daß sich die in Jod-Lösung geschwärzten Körner, in Natriumthiosulfat gelegt, nach tagelangem Liegen darin noch nicht entfärbt hatten. Natürlich sind die Beobachtungen über die Veränderungen der Farbe in Ammoniak und Salzsäure an den *Vicia*- und *Phaseolus*-Samen nicht streng beweisend, da ja die semipermeable Schicht noch innerhalb dieser

---

1) Bei den Samen der Roßkastanie hat auch das Endosperm innerhalb der Samenschale noch bedeutend mehr Spielraum, als beispielsweise bei der Erbse, so daß auch aus diesem Grunde die Quellung bei letzterer eher zur Sprengung der Schale führen muß als bei ersterer.

gefärbten Zone liegen könnte, was aber nicht wahrscheinlich ist, da sie selbst innerhalb der Pallisadenzellenschicht der Samenschale, genauer in dem nach innen gerichteten Lumen dieser Zellen, also innerhalb der peripheren Verdickungsschichten derselben, einschließlich der durch eine besonders dichte Lagerung der Formbestandteile ausgezeichneten Lichtlinie (siehe darüber RIPPEL S. 493) liegen, also derjenigen Zellschicht, der wir wohl zunächst diese semipermeablen Eigenschaften zusprechen müßten.

Ich will aber nicht näher auf diese Einzelheiten eingehen; es kommt mir nur darauf an, zu zeigen, daß die semipermeablen Eigenschaften bei den erwähnten Samen, die wir am eindeutigsten durch die oben erwähnten Versuche von SHULL festgestellt finden, zum Teil nur sehr wenig hervortreten, so daß sie bei flüchtiger Betrachtung zu fehlen scheinen. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß das lediglich seinen Grund in der beim Quellungsprozeß, der bei diesen Samen sehr intensiv vor sich geht, auftretenden Sprengung der Samenschale hat.

Der Vollständigkeit halber sei noch mitgeteilt, daß sich auch mit der von BROWN (II, S. 85ff.) und SCHROEDER benutzten Methode der Depression der Wasseraufnahme in Salzlösungen gegenüber destilliertem Wasser gezeigt werden kann, daß bei *Aesculus* und *Phaseolus* die semipermeablen Schichten der Samenschale zukommen, da die Depression bei halbierten Samen nicht eintritt (Tab. III). Ferner zeigt sich hier ebenfalls, daß die semipermeablen Schichten bei den sehr langsam Wasser aufnehmenden *Aesculus*-Samen, bedeutend intensiver wirken, als bei *Phaseolus*, was wir wiederum als einen Beweis dafür ansehen müssen, daß lediglich die Sprengung der semipermeablen Schichten beim Quellungsprozeß das Hervortreten der semipermeablen Eigenschaften verhindern kann. Die so sich zeigenden nur geringfügigen Unterschiede sind vermutlich auch die Ursache gewesen, weshalb SCHROEDER bei der Erbse keine diesbezüglichen Ergebnisse erhalten hat; ich erhielt ebenfalls bei dieser nur ganz geringe Unterschiede, die aber in der erwarteten Richtung lagen, was sich übrigens auch in den von SCHROEDER (S. 188) und in Tabelle I (S. 203) mitgeteilten Ergebnissen bei der Erbse zeigt. Auch ist noch in Betracht zu ziehen, daß sich verschiedenes Saatguts je nach seinem Reifezustand, der mehr oder weniger stärkeren Ausbildung der peripheren Hüllen usw. sehr verschieden verhalten wird, so daß schwerlich völlig einheitliche Ergebnisse, vor allem kaum solche in quantitativer Richtung, zu erhalten sind (siehe weiter unten).

Das Beispiel von *Aesculus* zeigt dann weiter noch, daß nach dem Wechsel des Mediums, wenn die Samen aus der Salzlösung in dest. Wasser gebracht werden, die vorher zu Tage getretenen Unterschiede in der Wasseraufnahme ganzer und halbierter Samen sich ausgleichen, ganz wie es SCHROEDER (S. 187 und Tabellen S. 203 ff.) beobachtet hat.

Tabelle III.

Wasseraufnahme in % des Anfangsgewichtes der Samen.							
Aesculus hippocastanum				*Phaseolus multiflorus*			
ganz		halbiert		ganz		halbiert	
Dest. Wasser	$\frac{n}{10}$ NaCl	Dest. Wasser	$\frac{n}{10}$ NaCl	Dest. Wasser	$\frac{n}{10}$ NaCl	Dest. Wasser	$\frac{n}{10}$ NaCl
30,9	26,3	48,3	52,4	116,7	109,1	120,4	120,4
50,3	40,8	62,2	60,1	118,3	111,0	128,6	127,6
71,7	54,3	—	—	—	—	—	—
83,4	80,3	nach weiterem 48stündigem Aufenthalt in destill. Wasser					

Tabelle IV.

	Phaseolus multiflorus		*Vicia Faba*		*Pisum sativum*		*Aesculus hippocastanum*	
	ganz	halbiert	ganz	halbiert	ganz	halbiert	ganz	halbiert
Wasseraufnahme in Prozenten des Anfangs-Gewichtes in 24 Stunden.	106,4	111,5	65,2	94,7	87,4	105	20,7	55,6
Gefundener Titer in Prozenten des berechneten.	90	83,7	91,3	84,8	81,8	70	99	88,7

In Tabelle IV möchte ich dann noch weiterhin kurz auf die Erscheinungen aufmerksam machen, daß sich die Titerzunahme der Kochsalzlösung auch bei halbierten Samen zeigt, wenn auch in etwas geringerem Grade als bei den ganzen Samen. Da wir annehmen müssen, daß die Zellwände des Endosperms reichlich mit Plasmaverbindungen durchsetzt sind (man denke an die bekannten Bilder von *Chamaerops* und *Strychnos*), so würde diese Titerzunahme durch die Semipermeabilität der Plasmamembranen bedingt sein, was selbstverständlich erscheinen kann. Wir sehen ferner, daß die Titerzunahme intensiver ist bei gleichzeitigem Vorhandensein der Samenschale; auch haben wir aus Tabelle III und den Angaben SCHROEDERs ersehen, daß die Depression der Wasseraufnahme in Salzlösungen nur bei ganzen, nicht bei halbierten Samen eintritt. Es zeigt sich also, daß die Zell-Membranen unter Umständen Stoffe intensiver zurückhalten können als die Plasmamembranen. Das dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, daß die Plasmamembranen viel stärker aktiv quellen, während die Zellmembranen das vielleicht nicht in so hohem Maße tun, wodurch natürlich auch die Intensität des Siebprozesses beeinflußt werden müßte. Natürlich ist dabei abzusehen von der später eintretenden Sprengung semipermeabler Schichten der Samenschale, die aber auch durch passive Dehnung infolge der Quellung tiefer liegender Schichten erfolgen kann. Wichtige Beobachtungen in dieser Hinsicht teilt SCHROEDER (S. 195 ff.) mit. Gleichwohl sei das nicht als Tatsache hingestellt, sondern nur als Erklärungsmöglichkeit angedeutet.

Was nun die Versuche über das qualitative, besonders aber das quantitative semipermeable Verhalten von Samenschalen betrifft, so glaube ich, daß eingehendere Untersuchungen an diesen Objekten zwecks Feststellung allgemeiner Gesichtspunkte für die Mechanik der Stoffbewegung durch solche Membranen nur mit sehr großer Vorsicht zu betrachten sind. Einmal kommen ja zu viele und meistens physikalisch und chemisch nicht näher definierbare Membranen in Frage. Ferner wird man annehmen können, daß infolge der oben erwähnten, bei der Quellung offenbar stattfindenden Sprengung der semipermeablen Schichten, auch der isolierten, man niemals zu einem theoretisch verwertbaren Ergebnis gelangen wird, falls es sich natürlich nicht um spezifische Fragen des Einflußes eines Stoffes auf den betreffenden Organismus handelt. Auch die Wahrscheinlichkeit, daß sich verschieden stark ausgereiftes Saatgut verschieden verhalten wird, ist oben schon angedeutet. Ob sich ferner die Wirkung der Plasmamembranen ohne jede Veränderung der Zellmembranen ausschalten läßt, ist ebenfalls nicht gewiß. Es kann also in diesem Zusammenhang ein Eingehen auf die theoretischen Anschauungen über die Ursachen der Diffusion und Semipermeabilität unterbleiben. Soweit sie auf vorliegende Frage Bezug haben, hat sie SCHROEDER, vor allem in Hinsicht auf die Haftdrucktheorie TRAUBEs diskutiert; ARMSTRONG macht die Versuche BROWNS zum Ausgangspunkt solcher Erwägungen und SHULL geht S. 184 ff. im Anschluß an seine eigenen Untersuchungen darauf ein. Ich möchte nicht verfehlen, ein Zitat SCHROEDERs (S. 202) zu dieser Frage anzuführen: „Man wird sich bei allen Deutungsversuchen für die beschriebenen Vorgänge davor hüten müssen, die Schale des Weizenkorns als schlechtweg semipermeabel und einheitlich anzusehen, sondern man wird sich stets vor Augen halten müssen, daß bei eingetretenen Veränderungen der Außenbedingungen ein abweichendes Resultat durch den Eingriff vorher unbeteiligter Lagen der Hülle zustande kommen kann, wie das vorstehend wiederholt angedeutet wurde. Es erscheint diese Warnung gerade im Hinblick darauf, daß nicht Biologen die theoretische Verwertung anstreben, nicht ungerechtfertigt."

Es wäre also vor allem wünschenswert, daß man die semipermeablen Eigenschaften an völlig isolierten und eindeutig bestimmbaren Membranen untersuchen könnte. Nach der Einheitlichkeit der bei dieser Betrachtung und der über die Widerstandsfähigkeit gegen wasserfreien Alkohol usw. gewonnenen Gesichtspunkte, die ja auch SCHROEDER schon aufgefallen ist (S. 201), können vor allem wohl Cellulose- bzw. cellulose-ähnliche Membranen (siehe weiter unten; dieser Ausdruck ist im weitesten Sinne gebraucht) in Betracht kommen. SHULL kommt bei seinen Untersuchungen ebenfalls zu diesem Ergebnis und sagt S. 184: „All of this evidence points to semipermeability as a widespread phenomen among lifeless plant membranes" und „The possibly semipermeable character of cellulose membranes cannot be overlooked in future investigations dealing with the entrance of salts into plant tissues."

Nun ist es eine merkwürdige Erscheinung, daß den Zellulose-Membranen semipermeable Eigenschaften in der Pflanzenphysiologie, wenigstens soweit es sich um zusammenfassende Darstellungen handelt, schlechtweg geleugnet werden. Am schärfsten drückt sich wohl JOST aus, wenn er sagt (S. 181): „Halten wir uns zunächst an den Zellsaft! Wir nehmen der Einfachheit halber an, er bestehe lediglich aus Kristalloiden, und er sei direkt von einer Zellhaut umschlossen, ohne durch Protoplasma von ihr getrennt zu sein. Wir füllen also einen Schlauch aus Cellulose mit einer Lösung, z. B. von Kochsalz, und tauchen ihn in Wasser, dann wird ein Diffusionsprozeß beginnen. Wasser bewegt sich in das Innere des Schlauches, Salze dagegen treten aus dem Innern aus. Und dieser Prozeß wird erst dann ein Ende finden, wenn innerhalb und außerhalb überall die gleiche Konzentration herrscht. Eine Wand, die für Wasser und Salz gleich durchlässig ist, wirkt also auf die Diffusionsbewegung, die in jeder freien Flüssigkeitsmasse eintritt, nur insofern ein, als sie die Geschwindigkeit dieses Vorgangs verringert. Im Endzustand aber tritt eine gleichmäßige Verteilung von Wasser und Salz auf. Wesentlich anders verläuft der Diffusionsprozeß, wenn die Wand aus einer Substanz besteht, die für Wasser wohl, für Salz dagegen gar nicht permeabel ist. Bei Verwendung einer solchen semipermeablen Substanz kann von einer Diffusion des Salzes keine Rede mehr sein . . .“[1])

Daß dies nicht eine vereinzelte Anschauung ist, zeigt ein weiteres Zitat von RUHLAND (V, S. 91): „Hat ein Stoff die mit Wasser imbibierte Zellhaut passiert, so muß er, um in das Zellinnere zu gelangen, durch den Protoplasten diosmieren, der seinerzeits nun aber weit weniger durchlässig, oder mit anderen Worten „semipermeabel“ ist. Das kann schon daraus entnommen werden, daß derselbe viele Inhaltsstoffe, die die Zellhaut leicht durchwandern, dauernd festhält. Tötet man ihn, z. B. durch Erhitzen, so diffundieren diese Stoffe, wie der Rohrzucker der Zuckerrüben, der rote Farbstoff der roten Rüben usw., sogleich durch die Zellhaut nach außen.“ Und S. 92: „Also die mechanische Festigkeit der leicht durchlässigen Zellhaut und die Semipermeabilität der an sie angelagerten flüssigen Plasmalamelle vereint geben der Pflanzenzelle ihr osmotisches Gepräge.

PFEFFER scheint ebenfalls in seinen grundlegenden Untersuchungen der Zellmembran in dieser Beziehung keine große Bedeutung beizulegen, allerdings hauptsächlich wohl in der Hinsicht, daß die Zellmembran (d. h. Zellulose-Membran) die gleichen Stoffe durchlassen muß wie die Protoplasma-Membran (S. 155); er spricht zwar S. 161 von „spezifischen diosmotischen Eigenschaften von Zellhaut und Plasmamembran“, versteht jedoch bei ersterer darunter anscheinend lediglich die Wasserbewegung, wie wohl aus den Bemerkungen S. 162 hervorgeht. Auch daß er in seiner Pflanzenphysiologie nicht auf semipermeable Eigenschaften von Cellulose-Membranen eingeht, zeigt, daß er nur jene darunter versteht.

Mir scheint nun bei allen diesen Betrachtungen ein Punkt übersehen zu sein, auf den ich schon (S. 492) kurz hingewiesen habe: daß man nämlich nicht die bei gewissen Cellulose-Membranen erhaltenen Ergebnisse verallgemeinern darf, daß wir bei ringsum einheitlich und geschlossen ausgebildeten Membranen natür-

---

1) S. 197 heißt es allerdings ebenda: „Eine besondere Schwierigkeit bei dieser Wanderung scheint die Zellwand zu bieten, wenigstens wenn sie dick ist. Dementsprechend sind alle dickeren von zarten Plasmafäden durchsetzt;“ . . .

lich ganz andere Verhältnisse finden werden als bei solchen denen, wir diese Eigenschaften nicht zusprechen dürfen: zu ersteren werden die nicht an Nachbarzellen angrenzenden Membranen gehören, wie sie beispielsweise alle einzelligen oder auch wenigzelligen niederen Pflanzen gegen das Außenmedium abgrenzen, oder wie sie in den Jüngsten für die Aufnahme des Wassers und der darin gelösten Nährstoffe geschaffenen Teile der Wurzel oder sonstiger Aufnahmeorgane sich vorfinden, und wie sie auch sonstige Organe umschließen können, wie wir das u. a. bei Samen sehen, von denen unsere Betrachtung ausging.

Im normalen Zellengewebe der Pflanzen dagegen sind ja die zellentrennenden Membranen nicht einheitlich: sie sind doch offenbar von einer Unzahl von Protoplasmaverbindungen durchbrochen. Wir können also bei solchen Membranen gar nicht die eine einheitliche Cellulose-Membran charakterisierenden Eigenschaften antreffen, sondern nur die der sie durchsetzenden Plasmaverbindungen, die offenbar identisch sein müssen mit den semipermeablen Eigenschaften, die die Plasma-Membran aufweist, der sie wohl stofflich gleich sind (Literatur bei HABERLANDT S. 577)[1]. Es braucht natürlich kaum noch hervorgehoben zu werden, daß die bekannten semipermeablen Eigenschaften der Plasma-Membran natürlich von dieser Betrachtung nicht berührt werden, was aber ausdrücklich hervorgehoben sei, um etwaigen Mißverständnissen vorzubeugen.

Möglicherweise erklären sich von diesem Gesichtspunkte aus die widersprechenden Angaben z. B. von RUHLAND (I, II, III, IV), der gegenüber LEPESCHKIN (I, II) absolute Permeabilität der Zellmembranen kolloidalen Farbstoffen gegenüber findet; während nämlich RUHLAND mit Gewebe höherer Pflanzen arbeitet, benutzt letzterer niedere ein- und wenigzellige Pflanzen. Es sind hier aber noch einige weitere Punkte zu beachten: Man könnte sich doch vorstellen, daß im normalen Gewebe der höheren Pflanzen den Zellmembranen lediglich stützende Funktion zukommen könnte, jedoch keine ernährungsphysiologische: infolge des reichlichen Vorhandenseins der Plasmaverbindungen wären jene auch vollkommen überflüssig und daher dort nicht ausgebildet, da diese Membranen gar nicht mit diffundierenden Stoffen in Berührung kämen. Sie müßten sich jedoch da einstellen, wo die Zellmembran selbst in Beziehung zu den Stoffwechselvorgängen treten muß, wie es doch bei Membranen, die vom Außen-Medium abgrenzen, der Fall sein muß. Die Tatsache ferner, daß die Membranen gewisse Zustandsänderungen durch die Einwirkungen des diffundierenden Stoffes erleiden, würden ebenfalls dafür sprechen, daß sich im Laufe der Entwicklung eine solche Beziehung einstellen mußte. Ein ähnlicher Gedankengang findet sich auch bei FITTING (S. 38/39) ausgesprochen. Und schließlich weiß man nicht, ob nicht die Membran des normalen Gewebes dadurch eine poröse Beschaffenheit annimmt, daß Plasmaverbindungen eingezogen werden und an dieser Stelle dann ein Loch in der Membran zurückbleibt, wenigstens bei älteren Membranen; jedenfalls ist das eine Möglichkeit, mit der man rechnen muß.

---

[1] FITTING hat denn auch (S. 26) gezeigt, daß die semipermeablen Eigenschaften der Plasmahaut durch Zerreißen der Plasmaverbindungen nicht geändert werden.

Es sind dann in diesem Zusammenhang noch einige Beobachtungen nachzutragen, die zeigen, daß einige Autoren gerade bei den Zellmembranen der Wurzeln solche Eigenschaften gefunden haben oder wenigstens für möglich hielten: LUNDEGARDH spricht allerdings (S. 97) nur andeutungsweise von „einer ungleichen Empfindlichkeit der diosmotisch maßgebenden Schichten (ev. auch der Zellmembran)“, stellt aber S. 100 das diosmotische System der Zelle in schroffen Gegensatz zu dem „toten diosmotischen System, wie es die semipermeable Hülle der Gramineenfrüchte darstellt“. S. 134 sagt derselbe Verf. wiederum: „Ferner ist zu berücksichtigen, daß in einem Schnitt der zu prüfende Körper immer zuerst oder zuletzt eine tote Membran zu passieren hat und es ist nicht sicher, wenn auch gewisse Beobachtungen dafür zu sprechen scheinen, daß eine solche Membran alle Körper leichter als die Plasmamembran durchläßt.“ Ohne diesem Verf. irgendwie zu nahe treten zu wollen, führe ich das nur an, um zu zeigen, wie willkürlich man bisher auf das Vorhandensein einer einheitlichen Zellmembran und deren möglichen Eigenschaften geachtet hat, wenn man das überhaupt getan hat. Ein gleiches geht auch aus den beiden oben von JOST angeführten Zitaten hervor.

HANSTEEN CRANNER macht dagegen bei seinen Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Zellwände der Wurzeln ausdrücklich darauf aufmerksam (S. 595), daß Diffusionsversuche mit den Zellmembranen der Wurzeln zur Aufklärung der Art und Weise der Nährstoffaufnahme erwünscht seien. Dieser Autor denkt allerdings nicht an reine Cellulose-Membranen, sondern an eine komplizierter zusammengesetzte Membran, deren „feste Phase aus den hydrophilen Kolloiden Celluluse + Pektin + kolloidale Seifen“ zusammengesetzt sein soll; es ist das die Zusammensetzung der Zellmembranen der Wurzeln, wie er sie bei seinen Untersuchungen ermittelt hat. Da HANSTEEN CRANNER auch die inneren Zellmembranen zu seinen Präparaten genommen hat, so wäre für unsere Betrachtung immerhin noch zu ermitteln, ob auch die nach außen abgrenzenden Zellmembranen diese Zusammensetzung zeigen. Auf einige Bedenken, die gegen die Methodik des Verf. eingewendet werden könnten, möchte ich hier nicht näher eingehen.

LAVISON hat dann (S. 127) bei jungen Wurzeln der Erbse beobachtet, daß die verhältnismäßig dicken Cellulosemembranen der Endodermis, die noch keine Suberinlamellen entwickelt hatten, und die von zahlreichen Tüpfeln (meats) durchsetzt waren, leicht durchlässig waren für Salze, für die das Protoplasma impermeabel war. Hingegen sollen die dicht und glänzend aussehenden Cellulosemembranen des Pericykels für alle Salze impermeabel sein, für die es auch das Protoplasma ist. Es wäre das eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit den oben gemachten Ausführungen. Doch sollen diese Zellmembranen (S. 139) durch hohe Konzentrationen eines in geringer Konzentration impermeablen Salzes sehr permeabel werden, ebenso durch Abtötung mittels Hitze. Es läßt sich aber auch aus diesen Untersuchungen nichts endgültiges für unsere Zwecke entnehmen, wie denn diese Ergebnisse überhaupt der Bestätigung bedürfen.

Wünschenswert wäre es dann weiterhin vor allem, einmal die diesbezüglichen Eigenschaften künstlicher Cellulose-Membranen zu untersuchen, worüber man aber noch recht wenig weiß. Nur so viel dürfte feststehen, daß ihnen gewisse semipermeable Eigenschaften zukommen; das zeigen die schon oft mit Pergamentpapier und Kollodiumhäutchen angestellten Versuche. Sehr fraglich erscheint es jedoch, ob die hier gefundenen Ergebnisse auch auf die bei den normalen Zellmembranen herrschenden Verhältnisse übertragen werden dürfen.

Insbesondere gilt dieser Zweifel für das Pergament-Papier: Dieses stellt offenbar ein, seiner Herstellung aus Filtrierpapier durch Einwirkung starker Schwefelsäure entsprechend, sehr uneinheitliches Material dar, aber keine Membran im Sinne eines einheitlich gefügten Körpers. Z. B. erwähnt auch SCHULEMANN (S. 51), daß „ganz gleichmäßige Pergamenthülsen kaum zu erhalten sind“, eine Beobachtung, die auch andere von ihm zitierte Autoren gemacht haben. Am unzweideutigsten geht dies wohl aus einer von PFEFFER (S. 13) mitgeteilten Beobachtung hervor, wonach bei Auflagerung der Ferrocyankupfermembran auf Pergament bei

1—2 Atmosphären Überdruck im Osmometer das braune Ferrocyankupfer in einzelnen Fetzen durch das Pergament hindurchgepreßt wurde, also in ähnlicher, wenn auch nicht ganz so grober Weise, wie dies bei Verwendung von Gaze als Widerlage eintrat. Man muß also wohl annehmen, daß das ursprüngliche Gewebe nicht so vollständig zu einer einheitlichen Membran zusammengeschweißt ist, wie wir dies doch jedenfalls für eine auf normale Weise im Stoffwechsel der Pflanze entstandene, nicht von Plasmaverbindungen durchsetzte Membran annehmen müssen, sondern daß noch verhältnismäßig grobe Kapillaren vorhanden sind, wodurch das Pergament eine Mittelstellung zwischen Filtrierpapier und einer typischen Membran einnehmen würde.

Günstiger liegen zweifellos die Verhältnisse bei Verwendung von sogenannter „künstlicher Cellulose“, von Kollodiumhäutchen, wenn sich hier auch einige schwerwiegende Bedenken in entgegengesetzter Richtung wie vorher ergeben. Auch hier erübrigt sich ein Eingehen auf Einzelergebnisse; es ist allgemein bekannt, daß Kollodium-Membranen gewisse semipermeable Eigenschaften zeigen. Vergleichen wir jedoch einige andere allgemeine Eigenschaften dieser „künstlichen Cellulose“ mit denen der echten, so werden wir unbedingt Bedenken tragen müssen, beide in ihren Permeabilitätseigenschaften miteinander vergleichen zu wollen. Die Kollodiumhaut ist unlöslich in Kupferoxyd-Ammoniak; da es sich bei der Auflösung der Cellulose in dieser Flüssigkeit nicht um eine echte Lösung, sondern nur um eine Aufquellung zu kolloidaler Lösung handelt, aus der sie in wenig veränderter Weise wieder durch die üblichen Fällungsmittel der Kolloide ausgefällt werden kann, so ist es klar, daß die Quellungs- und somit auch die Diffusionsverhältnisse wäßriger Lösungen bei beiden Membranen ganz andere sein werden. Auch die Löslichkeit der Nitro-Cellulose in einem Alkohol-Aether-Gemisch (bekanntlich ist diese Lösung das Kollodium) zeigt einen solchen bedeutsamen Unterschied, da ja die echte Cellulose durch diese beiden Flüssigkeiten gerade weitgehend koaguliert wird¹).

Wir ersehen also aus allen unseren Betrachtungen, daß hinsichtlich der semipermeablen Eigenschaften von Cellulose-Membranen noch kein vollgültiger Beweis erbracht ist. Es gilt das aber gerade so gut für die negative Seite. Es ist jedoch nach dem

---

1) Aus historischem Interesse mag hier auf eine alte Arbeit von SCHUHMACHER hingewiesen werden, der die pflanzliche Zellmembran in ihren Diffusions-Eigenschaften direkt mit Kollodiummembranen verglichen und hübsche Versuche über die letzteren angestellt hat.

oben Ausgeführten, sehr wahrscheinlich, daß den Cellulosemembranen solche Eigenschaften zukommen müssen; und wenn man sie bisher übersehen hat, so liegt das an den besonderen zu diesen Versuchen benutzten Objekten, wie oben gezeigt wurde. Sollten meine Ausführungen in dieser Hinsicht Anregung gegeben haben, so wäre der Zweck dieser Zeilen erfüllt.

Selbstverständlich kann keine absolute Semipermeabilität postuliert werden, was aller Erfahrung widerspricht und was ja auch bei der Plasmamembran nicht der Fall ist. Aber nach den Veränderungen, die auch die Plasmamembran unter dem Einfluß des diffundierenden Stoffes erleidet, ist es klar, daß ein vorhergehender primärer Siebprozeß durch die Zellmembranen, z. B. den externen Zellwänden der Wurzeln, den Außenwänden wenigzelliger Organismen, oder da wo sonst noch dicht gefügte, von keinen Plasmaverbindungen unterbrochene Zellmembranen in ein Diffusionsgefälle eingeschaltet sind, einen erheblichen Einfluß auf die gesamte Stoffbewegung ausüben müssen. Man erinnere sich dabei auch der oben von Samen mitgeteilten Ergebnisse, wo doch offenbar die Zellwände der Samenschale sogar eine intensivere Semipermeabilität zeigen als die Plasmamembran. Allerdings können gerade beim Protoplasma der Samen eigenartige Verhältnisse vorliegen, die eine Übertragung auf normales Protoplasma nicht gestatten. Ähnliches könnte hier aber natürlich auch bei den Zellmembranen der Fall sein.

Auch mag nochmals betont werden, daß diese Betrachtungen nicht etwa nur für chemisch reine Cellulosemembranen gelten sollen, sondern für die Gesamtheit der Zellmembranen, soweit sie nicht durch Verholzung, Cutinisierung oder Einlagerung von Suberinlamellen dieser Funktion entrückt sind. Im einzelnen könnte durch mehr oder weniger starke Verdichtung der einfachsten Membranbestandteile, durch chemische Wechselwirkung mit dem diffundierenden Stoff, wie HANSTEEN CRANNER annimmt (S. 584), oder auch durch dauernde chemische Veränderungen der Membran spezifische Wirkungen erzielt werden, deren Diskussion uns jedoch dem Boden der bisher bekannten Tatsachen allzu weit entfernen würde.

Breslau, Agrikulturchemisches und Bakteriologisches Institut der Universität.

Literatur.

ARMSTRONG, H. E.: The origin of osmotic effects. II. Differential septa. (Proceed. of the Royal society of London. series B. LXXXI, S. 94—96. 1909.)

BROWN, A. J.: I. On the existence of a semipermeable membrane enclosing the seeds of some of the gramineae. (Annals of botany. XXI. S. 79—87. 1907.)

— —: II. The selective permeability of the coverings of the seeds of Hordeum vulgare. (Proceed. of the Royal society of London. series B. LXXXI, S. 82—93. 1909).

FITTING, H.: Die Aufnahme von Salzen in die lebende Zelle. (PRINGSH. Jahrb. f. wissenschaftl. Botan. LVI. S. 1—62. 1915.)

GASSNER, G.: Beiträge zur Frage der Lichtkeimung (Zeitschr. f. Botanik. VII S. 609—661. 1915).

HANSTEEN CRANNER, B.: Über das Verhalten der Kulturpflanzen zu den Bodensalzen. III. Beiträge zur Biochemie und Physiologie der Zellwand lebender Zellen. (PRINGSH. Jahrb. f. wissenschaftl. Botan. LIII. S. 536 — 599. 1914.)

JOST: Physiologie in Bonner Lehrbuch der Botanik. 13. Aufl. (Jena, G. FISCHER 1917).

DE RUFZ DE LAVISON, J.: Recherches sur la pénétration des sels dans le protoplasma usw. (Annales des sciences naturelles. 9. serie. Botanique Tome XIV. S. 97—198. 1911).

LEPESCHKIN, W. W: I. Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Plasmamembran. (Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. XXIX. S. 247—261. 1911.)

— —: II. Über die kolloidchemische Beschaffenheit der lebenden Substanz und über einige Kolloidzustände, die für dieselbe eigentümlich sind. (Kolloid-Zeitschr. XIII. S. 181—192. 1913.)

LUNDEGÅRDH, H.: Über die Permeabilität der Wurzelspitzen von *Vicia Faba* unter verschiedenen äußeren Bedingungen. (Kunigl. Svenska Vetenskademiens Handlingar. XLVII, Nr. 3, S. 1—254. Upsala u. Stockholm 1911.)

PFEFFER, W.: I. Osmotische Untersuchungen. (Leipzig, W. ENGELMANN. 1877.)

— —: II. Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. (Leipzig, W. ENGELMANN, 1904.)

REINHARDT: (Ztschr. f. d. ges. Brauwesen. XXXIII. S. 145 - 148, 157—160. 1909.) Zitiert nach SHULL.

RIPPEL, A.: Bemerkungen über die vermeintliche Widerstandsfähigkeit des trockenen pflanzlichen Protoplasmas gegen wasserfreien Alkohol, Aether u. andere Anästhetika. Als Beitrag zur Kenntnis der kolloidalen Beschaffenheit pflanzlicher Membranen. (Biolog. Centralbl. XXXVII. S. 477 — 498. 1917.)

RUHLAND, W.: I. Die Plasmahaut als Ultrafilter bei der Kolloidaufnahme (Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. XXX. S. 139—141. 1912.)

— —: II. Studien über die Aufnahme von Kolloiden durch die pflanzliche Plasmahaut. (PRINGSH. Jahrb. f. wissenschaftl. Botan. LI. S. 376—431 1912.)

— —: III. Bemerkungen zu dem Aufsatz von W. W. LEPESCHKIN: „Über — usw.“ (Kolloid-Zeitschr. XIV. S. 48—49. 1914.)

— —: IV. Weitere Beiträge zur Kolloidchemie und physikalischen Chemie der Zelle. (PRINGSH. Jahrb. f. wissenschaftl. Botan. LIV, S. 391—447. 1914.)

— —: V. Turgor in Handwörterbuch der Naturwissenschaften. X. S. 90—107. Jena, G. FISCHER, 1915.)

SCHROEDER, H.: Ueber die selektiv-permeable Hülle des Weizenkorns. (Flora, N. F. II. S. 186—208. 1911.)

SCHUMACHER, W.: Die Diffusion in ihren Beziehungen zur Pflanze. (Leipzig u. Heidelberg, C. F. WINTERsche Verlagsbuchhandlung. 1861.)

SCHULEMANN, W.: Die vitale Färbung mit sauren Farbstoffen in ihrer Bedeutung für Anatomie, Pathologie und Pharmakologie. (Biochem Zeitschr. LXXX. S. 1—142. 1917.)

SHULL, CH. A.: Semipermeability of seed coats. (The botanical Gazette. LVI. S. 169—199. 1913.)

TJEBBES: Keimproeven met mikrobietinzaad. (Inaug. Diss. Amsterdam 1912. Zitiert nach SHULL.

24. R. Kolkwitz: Über die Schwefelbakterien-Flora des Solgrabens von Artern.

(Eingegangen am 16. April 1918.)

Der Solgraben von Artern ist mit seinen Uferpartien bekanntlich eine klassische Stätte für das Studium der Halophyten im deutschen Binnenlande. Die Vegetationsbestände des Ufers sind auf kleinem Raum in typischer Weise gegliedert und zeigen enge Beziehungen der Halophyten zu dem verschieden hohen Salzgehalt des Bodens, während die etwas entfernteren oder höher gelegenen Partien mehr und mehr salzarm werden und normale Wiesen- und Ackervegetation aufweisen. Das Wasser des Solgrabens enthält dagegen entsprechend seiner ziemlich konstanten Beschaffenheit und, selbst zu den verschiedenen Jahreszeiten, auch fast gleichmäßigen Temperatur, in seinem ganzen Laufe eine verhältnismäßig gleichförmige, naturgemäß marine Flora, bezüglich deren näherer Zusammensetzung auf die Liste von SCHORLER (1) in DRUDE's Hercynischem Florenbezirk sowie auf die Arbeit von LUTZE (1) verwiesen sei.

Das Wasser des Solgrabens hatte am 4. Juli 1915 nach THUMM, KOLKWITZ und SCHIEMENZ (1) folgende Zusammensetzung:

Chemische Analyse der Quelle des Solgrabens von Artern.

Temp. 12,8° C.
Reaktion: alkalisch
Abdampfrückstand: 43 580 mg pro 1
Cl: 22 400 mg pro 1
SO_3: 3142 „ „ 1
N_2O_5: schwache Reaktion
N_2O_3: nicht nachweisbar

NH_3: nicht nachweisbar.
K_2O: 2045 mg pro 1
Na_2O: 15 426 ,, ,, 1
CaO: 2 004 ,, ,, 1
MgO: 52 ,, ,, 1
Gesamthärte: 273,2 D. G.
Bleibende Härte: 255 D. G.
Spez. Gew. bei 15° C.: 1,031.

Es besitzt also einen um etwa 1 % höheren Gesamtsalzgehalt als das Meerwasser (Atlantischer Ozean 3,5 % Salze) und ist im Vergleich zu diesem reicher an Kalk und ärmer an Magnesia. Sein Gehalt an Sulfaten ist ziemlich beträchtlich. Entsprechend der sehr geringen Menge an organischen Substanzen erscheint es im Quellkessel über einer ca. 1,5 m tief versenkten weißen Scheibe grünlichblau.

In diesem Quellkessel, der auf dem Arterner Friedhof liegt, sprudeln mit dem Wasser in gewissen Zeitabständen gelbbraune Flöckchen von Eisenoxydhydrat bis zu einer Größe von etwa 10 mm empor, die sich im weiteren Verlauf des Grabens stellenweise ablagern. Er führt ungefähr 70 l/sec. Wasser, hat eine Länge von reichlich 1 km, eine Breite von durchschnittlich 2 m und eine Tiefe von etwa 0,5 m.

Im oberen, verhältnismäßig schnell strömenden Teile des in ungefähr nord-südlicher Richtung strömenden Solgrabens besteht die Vegetation hauptsächlich aus *Enteromorpha intestinalis* und etwas *Vaucheria*, beide meist bedeckt und zeitweise überwuchert von braunen marinen Kieselalgen, hauptsächlich *Melosira nummuloides* und *Achnanthes brevipes*, die zum Teil in Form von Flocken grabenabwärts treiben. Im mittleren und unteren, frei belichteten Teile besteht die Vegetation, außer nach starkem Räumen, aus meist zahlreichen, im Durchschnitt gegen 1 m langen flutenden grünen Büschen von *Ruppia rostellata*, die gleichfalls oft dicht mit braunen Flocken von Kieselalgen, untermischt mit feinen, verfangenen Fäden von *Enteromorpha*, bedeckt zu sein pflegen.

Der sandige Boden des Grabens ist ziemlich eben, und außer mit den bereits erwähnten Flocken von Eisenoxydhydrat mit abgesunkenen Kolonien von mariner *Melosira*, *Achnanthes*, *Synedra* usw. sowie mit Grunddiatomeen, wie *Pleurosigma angulatum* (an diesem Standort mit schwer sichtbarer Schalenstruktur), *Surirella gemma*, *Nitzschia closterium* u. a. m. bedeckt.

An denjenigen unter Wasser gelegenen Uferpartien, wo die Strömung ziemlich langsam ist, sowie an den unter und dicht hinter den Büschen von *Ruppia* gelegenen Teilen des Grundes, wo naturgemäß wenig Wasserwechsel herrscht, geraten die teilweise absterbenden Vegetationsmassen in Zersetzung und wandeln dabei den gelbbraunen Untergrund in schwarze, Schwefeleisen enthaltende Partien um. Diese bildeten am 7. April 1918 am Ufer mehr oder weniger lange, etwa einen Fuß breite Streifen, hinter und unter den Beständen von *Ruppia* etwa 1—3 Quadratfuß große Flecken, gegen hundert im Verlauf des Grabens. Diese schwarzen Stellen, welche in etwas geringerer Zahl von mir auch im Mai, Juli und Dezember 1915 sowie im Januar 1916 beobachtet wurden, waren mit einem mehr oder weniger zusammenhängenden weißen Schleier überzogen, der hauptsächlich aus der durch die Breite ihrer Fäden ausgezeichneten, marinen Schwefelbakterie *Beggiatoa mirabilis* Cohn bestand. Die weißen Massen wurden von dem meist etwas gallertartig zähen, schwarzen Untergrund mittels eines am Ausziehstock befestigten Bechers vorsichtig abgehoben und in weithalsige Flaschen gefüllt. In diesen konnte man dann die auf dem schwarzen Untergrund sich deutlich abzeichnenden Fäden von etwa 0,5—1 cm Länge schon mit etwa 3 bis 15 fach vergrößernden Lupen deutlich erkennen, so wie es die Zeichnung bei HINZE (2) an dem von ihm in der Kieler Bucht gesammelten Material zeigt. Die Dicke der Fäden im Solgraben betrug 30 bis 42 μ.

Zwischen den Fäden von *Beggiatoa mirabilis* fanden sich noch 4—4,5 μ dicke von *Beggiatoa alba* var. *marina* Cohn, die nach WISLOUCH (1) identisch ist mit *Beggiatoa marina* Molisch (1), ferner 22—30 μ große *Thiophysa volutans* Hinze (3), *Monas fallax* Warming (1) und dazwischen isolierte Schwefelkörnchen. *Thiophysa* beobachtete ich im Solgraben auch schon im Juli und Dezember 1915.

In der teichartigen Erweiterung im oberen Lauf des Solgrabens fand ich am 7. Juli 1915 und 14. Januar 1916 in Ufernähe auf dem Boden und zwischen Algenfladen auch rötliche Flecken, die durch *Chromatium* gebildet wurden. In einem schwächer salzigen, stagnierenden Parallelgraben zur Sole ließen sich gleichfalls rotes *Chromatium*, ferner *Thiospirillum*, *Beggiatoa alba*, *Thiothrix*, *Thiodictyon* und *Oscillatoria chlorina* u. a. m. beobachten. Solche roten Stellen sind auch von den flachen dänischen Meeresküsten bekannt und werden in WARMING-GRAEBNER (3), S. 389, abgebildet.

Mehr vereinzelt fanden sich noch die an H_2S-haltigen Standorten (vergl. Kolkwitz (2)) beobachtete *Spirochaete plicatilis*, welche WARMING von der dänischen Küste, ZUELZER von Helgoland sowie aus dem Golf von Neapel beschreiben, und *Oscillatoria albida* Kolkwitz (3).

Beggiatoa mirabilis wird von WINOGRADSKY (1) als ein sehr seltener Organismus bezeichnet. Er wurde als *Beggiatoa* zuerst von COHN (2) im Jahre 1865 beschrieben und bald darauf auch näher studiert. Er fand ihn zur Frühlingszeit in Breslau in seinem Seewasseraquarium auf H_2S-haltigem Schlamm. Außer auf zersetztem Schlamm lebt *Beggiatoa mirabilis* auch auf faulenden Algen, abgestorbenem Seegras oder verwesenden Tierkörpern.

Zehn Jahre später fand WARMING diese größte aller Schwefelbakterien an flachen Stellen der dänischen und norwegischen Küsten, wo der Organismus sehr verbreitet ist. Später wurde er von ENGLER (1) im Brackwasser in den Ufergegenden der Kieler Bucht und von HINZE (4) im Golf von Neapel gefunden. Die ihn meist begleitende *Thiophysa volutans* wurde von HINZE (3) ebenfalls im Mittelmeer bei Neapel, später auch von NADSON (1) in der Ostsee bei Hapsal, also an einer Stelle mit verhältnismäßig niedrigem Salzgehalt gefunden. Von MIKA (1) wird *Beggiatoa mirabilis*, allerdings mit Fragezeichen, 1880 aus den Thermen von Herkulesbad bei Mehadia in Südungarn, wo sich auch salzige Quellen (Spez. Gew. 1,001 bis 1,007, also unter 1⁰/₀ Na Cl). finden, angegeben. Die Mitteilungen über diesen Standort bedürfen insofern einer Nachprüfung, als die hier außerdem vorhandene Lebensgemeinschaft wenig für das Vorhandensein von *B. mirabilis* zu sprechen scheint.

Nach vorstehenden Standortsangaben ist das Auffinden von *Beggiatoa mirabilis* im Arterner Solgraben der erste binnenländische Fund in Deutschland und hier (neben der Kieler Bucht), soweit mir bekannt, die zweite Fundstelle überhaupt. Es ist anzunehmen, daß der Organismus an dem neuen Standort schon lange heimisch und bisher nur übersehen worden ist. Es empfiehlt sich, sein Vorhandensein gleich an Ort und Stelle mit schwach vergrößernden Lupen, wie eingangs angegeben, festzustellen. Er trat im April dieses Jahres besonders reichlich auf, so daß er auch ins freie Wasser gerissen wurde und demnach gleichzeitig bei Planktonfängen zur Beobachtung kam. Beim nachträglichen Durchmustern konservierter Planktonproben aus dem Jahre 1915 konnte ich ihn nicht finden.

Sehr wahrscheinlich werden weitere Studien auch das Vorkommen der sonst noch von WARMING, HINZE, NADSON, LAUTERBORN (1) u. a. beschriebenen verwandten Formen ergeben, vielleicht unter Zuhilfenahme geeigneter Rohkulturen.

In den Numburger Salzquellen [vergl. COHN (1) und THUMM, KOLKWITZ, SCHIEMENZ (1)], nordwestlich vom Kyffhäusergebirge habe ich *Beggiatoa mirabilis* bisher nicht beobachtet, wohl aber die festsitzende Gattung *Thiotrix* mit 1,5—2 μ breiten Fäden, und zwar am Ursprung der westlichen Quelle, wo wahrscheinlich der Schwefelwasserstoff unmittelbar aus dem Grunde mit dem Salzwasser hervortritt. Im Arterner Solgraben ist die Bildung des H_2S aber sekundär und konnte von mir durch Versuche künstlich hervorgerufen werden.

Zu diesem Zweck wurde eine etwa 250 ccm fassende Flasche bis oben mit Wasser aus dem Solgraben gefüllt unter Zugabe von bräunlichen Algenfladen aus der Uferpartie, die einen mehrere Zentimeter hohen Bodensatz bildeten. Hierauf wurde die Flasche dicht verstöpselt und im Dunkeln aufbewahrt. Nach einigen Tagen war das Wasser in seiner Gesamtheit kohlschwarz geworden, wegen der Bildung von Schwefeleisen, wie durch die üblichen Reagenzien leicht nachgewiesen werden konnte. Infolge Zersetzung der zugegebenen Algenmassen war zunächst der freie Sauerstoff des Wassers verschwunden, wobei offenbar günstige Bedingungen für die Vermehrung des marinen, streng anaeroben Sulfatzerstörers *Microspira aestuarii* van Delden (1) entstanden waren. Dieser hatte die verhältnismäßig fest an die Base gebundene Schwefelsäure angegriffen und bei gleichzeitiger Anwesenheit von organischen Substanzen zu Schwefelwasserstoff reduziert, der sich mit den eingangs erwähnten Eisenverbindungen im Verein mit durch Fäulnis produziertem zu Schwefeleisen vereinigte. Der Bodensatz in der Flasche reagierte deutlich alkalisch, war also der Bildung des Schwefeleisens günstig. Daß der Schwefelwasserstoff nicht rein durch Fäulnis der Algen entstanden war, verriet sich durch den sehr starken und dabei fast reinen Geruch nach H_2S. Außerdem ist bekannt, daß Anwesenheit von Sulfaten in zersetzlichen Flüssigkeiten die H_2S-Entwicklung steigern kann, wie z. B. bei dem Versuch von WINOGRADSKY (1) mit dem Rhizom von *Butomus*. Starke Schwefelwasserstoffbildung infolge von Sulfatreduktion im Seewasser ist nach VAN DELDEN an den flachen Küsten Hollands vielerorts und wohl überhaupt an schlammigen Meeresufern (vergl. WARMING (2)) eine häufige Erscheinung[1]. Aehnliche Verhältnisse dürften für die Bildung des Limanschlammes gelten (vergl. OMELIANSKI (1) und NADSON (2)), mit dem die etwas gallertartigen schwarzen Schlammpartien im Arterner Solgraben Aehnlichkeit haben. In organischen, fäulnisfähigen Abwässern werden Sulfate im Gegensatz dazu auffallenderweise nur sehr schwer reduziert.

Die Entstehung der schwarzen Flecke spielt sich im Solgraben von Artern offenbar in folgender Weise ab: Unter dem Schutz der Büsche von *Ruppia* oder abgesunkener Algenfladen spielt sich zunächst der Prozeß der Sauerstoffzehrung, bedingt durch aerobe Bakterien, ab, welche den verhältnismäßig schwachen Sauerstoffbedarf regeln, den die an der Oberfläche des Schlammes lebenden Beggiatoen und anderen Schwefelorganismen zur Oxydation des Schwefelwasserstoffes zu Schwefel und Schwefelsäure benötigen. Dieser H_2S entsteht hauptsächlich im Innern des Schlammes durch Fäulnis und Sulfatreduktion unter der Wirkung anaerober Spaltpilze und führt gleichzeitig zur Bildung von Schwefeleisen. Für seine Entstehung durch Sulfatreduktion sind Gegenwart organischer Substanzen und Fehlen von Sauerstoff unbedingt nötig, wie, abgesehen von theoretischen Betrachtungen, folgender Parallelversuch zu dem erstbeschriebenen ergibt.

---

[1] Es sei auch an den zeitweilig auffallenden Geruch des Pregels be Königsberg erinnert.

Eine mit Wasser aus dem Solgraben bis obenhin gefüllte Flasche wurde mit wenig Eisenchlorid, etwas Wasser aus der der Reduktion unterworfenen Flasche, aber nicht mit Algenfladen versetzt und fest verstöpselt. Da, wie eingangs hervorgehoben, das Wasser des Arterner Solgrabens keine nennenswerten Mengen von organischen Substanzen enthält, waren in der geschlossenen Flasche im ganzen keine günstigen Bedingungen für eine lebhafte Sulfatreduktion gegeben. Es entstand demnach auch kein Geruch nach H_2S; das Wasser blieb klar, auch nach tagelangem Stehen und selbst bei nachfolgendem mehrtägigem Aufenthalt im Brutschrank bei 37° C (vergl. dazu die Arbeit von GOSLINGS (1) über die Bildung von Schwefelwasserstoff in Mineralwässern)

Literatur.

COHN, F. (1), Ueber Meeresorganismen im Binnenlande. Jahresber. der Schles. Ges. f. vaterländ. Kultur, Verhandlungen der botan. Sektion 1857, S. 32—40.

— — (2), Zwei neue Beggiatoen, Hedwigia 1865, Bd. 4, S. 81—84 mit Taf. I.

— — (3), Beiträge zur Physiologie der Phykochromaceen und Florideen Schultzes Archiv für mikroskopische Anatomie, 1867, Bd. 3, S. 53.

DELDEN, A. VAN (1), Beitrag zur Kenntnis der Sulfatreduktion durch Bakterien. Cbl. f. Bakt., II. Abt., 1904, Bd. 11, S. 81 ff.

ENGLER, A. (1), Ueber die Pilzvegetation des weißen oder toten Grundes in der Kieler Bucht. IV. Bericht der Kommission zur wissenschaftl. Unters. d. deutschen Meere in Kiel. Kiel 1883.

GOSLINGS, N. (1), Ueber schwefelwasserstoffbildende Mikroben in Mineralwässern. Cbl. f. Bakt., II. Abt., 1904, Bd. 13, S. 385—394.

HINZE, G. (1), Ueber den Bau der Zellen von *Beggiatoa mirabilis* Cohn. Ber. der deutschen Bot. Ges., 1901, Bd. 19, S. 369.

— — (2), Untersuchungen über den Bau von *Beggiatoa mirabilis* Cohn. Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel, Neue Folge, 1902, Bd. 6, S. 187—210.

Hinze, G., (3), *Thiophysa volutans*, ein neues Schwefelbakterium. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1903, Bd. 21, S. 309—316.

— — (4), Beiträge zur Kenntnis der farblosen Schwefelbakterien. Ber. d. deutschen Bot. Ges., 1913, Bd. 31, S. 189—202, mit Taf. IX.

Kolkwitz, R. (1), Ueber die Krümmungen und den Membranbau bei einigen Spaltalgen. Ber. d. Deutschen Bot. Ges., Bd. 15, 1897, S. 460. Mit Taf. XXII.

— — (2) in „Wasser und Abwasser", Leipzig 1911, S. 377 (Rubners Handbuch).

— — (3), „Schizomycetes" in Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. 1909, Bd. 5, S. 137.

Lauterborn, R. (1), Die sapropelische Lebewelt, ein Beitrag zur Biologie des Faulschlammes natürlicher Gewässer. Verh. d. naturh.-med. Ver. zu Heidelberg. N. F. 1915, S. 395—481.

Lutze, G. (1), Die Salzflorenstätten in Nordthüringen. Mitt. d. Thür. Bot. Ver., Neue Folge, 1912, Heft 30, S. 14.

Migula, W., System der Bakterien. 1900, Bd. 2, S. 1042.

Mika, K. (1), Beitrag zur Kenntnis der in den Thermen des Herkulesbades bei Mehadia vorkommenden Vegetation (Ungarisch). Magyar Növénytani Lapok, Klausenburg 1880, 4. Jahrg., Nr. 42.

Molisch, H. (1), Neue farblose Schwefelbakterien. Cbl. f. Bat., II. Abt., 1912, S. 55—62.

Nadson, G. A. (1), Ueber die Schwefelbakterien *Thiophysa* und *Thiosphaerella*. Zeitschr. f. Mikrobiologie, 1914, Bd. 1.

— — (2), Ueber die Schwefelwasserstoffgärung im Weißowo-Salzsee und über die Beteiligung der Mikroorganismen bei der Bildung des schwarzen Schlammes (Heilschlammes). St. Petersburg, 1903.

Omelianski, W. (1), Der Kreislauf des Schwefels. Lafar's Hdb. d. techn. Mykologie, 1904—1906, Bd. 3, S. 227.

Saccardo, P. A., Sylloge fungorum. 1889, Bd. 8, S. 936.

Schorler, B. (1), Liste halophiler Algen in O. Drude, Der hercynische Florenbezirk. Leipzig 1902, S. 393.

Thumm, Kolkwitz, Schiemenz, (1), Bericht über Untersuchungen im Bereich des Flutkanals der Unstrut. Mitt. a. d. Kgl. Landesanstalt f. Wasserhygiene, Berlin, 1917, Heft 22. S. 8 u. 9.

Warming, Eug. (1), Om nogle ved Danmarks kyster levende Bakterier. Videnskabelige Meddelelser, Kopenhagen 1875.

— — (2), Bidrag til vadernes, sandenes og marskens naturhistorie. Mem. de l'acad. royale d. sc. et d. lettres de Danemark, 7. Serie. Kopenhagen 1904, S. 56.

Warming-Graebner, (3), Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin 1918, S. 388 und 389.

Winogradsky, S. (1), Zur Morphologie und Physiologie der Schwefelbakterien. Leipzig 1888. Vergl. auch Bot. Ztg. 1887 u. 1888.

Wislouch, S. M. (1), *Spirillum Kolkwitzii nov. sp.* und einige neue Schwefelbakterien Prof. Molisch's. Zeitschr. f. Mikrobiologie, 1914, Bd. 1.

Zopf, W., Die Spaltpilze. 3. Aufl., Breslau 1885.

Zuelzer, Marg. (1), Ueber *Spirochaeta plicatilis* Ehrbg. und deren Verwandschaftsbeziehungen. Arch. f. Protistenkunde, 1912, Bd. 24, S. 1—59.

25. N. Bezssonof: Ueber die Bildung der Fruchtkörper des Penicillium glaucum in konzentrierten Zuckerlösungen.

(Mit Tafel IV.)

(Eingegangen am 18. April 1918.)

Im Juli 1917 konnte ich in dem improvisierten Laboratorium des Off.-Gef.-Lag. Fest. Königstein in einer stark mit Staub und Erde verunreinigten 50 proz. Zuckerlösung das Mycelium eines Pilzes beobachten. Trotzdem die Zuckerlösung bis auf 60 und später bis auf 70 pCt. gebracht wurde, blieb doch das Leben und die weitere Entwicklung des Pilzes im Gange. Selbst eine 80 proz., d. h. bei Zimmertemperatur beinahe gesättigte Lösung konnte den Pilz nicht töten. Das in kleinen, zarten, farblosen Flocken in der Mitte der Lösung suspendierte Mycelium bestand aus septierten Hyphen, die ihrem ganzen Habitus nach dem eines Schimmelpilzes glichen. Keine Oïdiumbildung, Sporulation oder Zerstückelung des Myceliums waren vorhanden. Gärungserscheinungen waren auch nicht zu merken.

Nach einer zweiwöchigen Unterbrechung konnte ich in einem mit der 70 proz. Zuckerlösung gefüllten Erlenmeier Kolben, der bei Zimmertemperatur gestanden hatte und undicht mit Watte verstopft war, die Anwesenheit von Perithecien beobachten, die wie die des Erotiums aussahen. Trotz des Vorhandenseins zahlreicher runder Conidien, gelang es diesmal nicht einen Conidienträger mit Sicherheit zu bestimmen. Ein Teil der Conidien und Hyphen waren grün von verschiedener Intensität gefärbt; von den farblosen unterscheiden sie sich aber nur durch dieses Merkmal.

Bei den farblosen Hyphen traf man auf einige seltene eigentümliche Auswüchse (Anschwellungen), die mit einem, aller Wahrscheinlichkeit nach mit einem lycopinartigen[1]), Pigment hübsch rotblau gefärbt waren.

---

[1]) Das in einigen Pilzen, so z. B. in dem *Fusarium spec.* und der *Nectria cinnabarina* vorkommende, bisher als Carotin bezeichnete Pigment, scheint wohl isomer dem α-Lycopin zu sein, vgl. dazu:

ESCHER, H., „Zur Kenntnis des Carotins u. des Lycopins". Zürich **1909**.

WILLSTÄTTER R. u. ESCHER, H., „Ueber den Farbstoff der Tomate". HOPPE-SEYLERS Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. LXIV, **1910**, S. 52.

BEZSSONOF, N., „Notice sur les pigments du *Fusarium orobanchus*" C. R. Ac. Sc. Paris **1914**.

LUBIMENKO, W., Mémoires Ac. Imp. Sc. VIII série, Vol XXXIII, Nr. 12. Petrograd **1916**, S. 101.

Bei diesen und späteren Versuchen konnte man, soviel die mikroskopische Beobachtung das erlaubte, feststellen, daß der Zusatz konzentrierter Zuckerlösungen für alle vorhandenen Organismen, Protozoen, Bakterien und Pilze, mit Ausnahme der Schimmelpilze, antiseptisch wirkte.

Ein Halbjahr später hatte ich in der Zitadelle Mainz die Gelegenheit gehabt den folgenden Versuch auszuführen: In einem bis zur Hälfte mit einer etwa 20proz. Zuckerlösung gefüllten 50 ccm Erlenmeier Kolben wurde ein mit dem *Penicillium* bedecktes Stückchen Gartenerde geworfen. Nach und nach, mit einigen Stunden Unterbrechung, wurde soviel Zuckersand zugesetzt, bis es beinahe zur Sättigung kam. Nach jedem Zuckerzusatz wurde der Kolben geschüttelt. Die bisher trübe Lösung klärte sich nach abermaligem Zuckerzusatz. Der Kolben wurde schwach mit Watte verstopft und blieb bei Zimmertemperatur stehen. Nach sieben Tagen konnte man das Entstehen der ersten Fruchtkörperanlagen beobachten, und darauf ihre weitere Entwicklung verfolgen (Fig. 1—7). Fünf Tage später konnte ich einen jungen *Penicillium*-Conidienträger entdecken (Fig. 8).

Zu der alten von BREFELD[1]) gegebenen Schilderung möchte ich nur Weniges hinzufügen. Die sich in konzentr. Zuckerlösungen entwickelnden *Penicillium*-Fruchtkörperanlagen, durch die Dicke und relative Kürze der Zellen des Ascogon und der Umhüllungshyphen (Fig. 1—5) unterscheiden sich merklich von den *Aspergillus*-Fruchtanlagen. Wenn man aber die primären Stadien der *Penicillium*-Fruchtanlage mit denen der Erysibaceen (besonders deren Polyascineen-Arten), wie diese durch HARPER, DANGEARD, BLACKMAN und FRASER, und BEZSSONOF[2]) geschildert sind, vergleicht, findet man eine große Ähnlichkeit zwischen der Ascogonbildung des *Penicilliums* und der dieser Perisporiales. Die scharf ausgesprochene Spirale des Ascogons (Fig. 5 u. 7) und besonders die große Gleichheit zwischen den Formen der Zellen des Ascogons und denen der Umhüllungshyphen (Fig. 1, 4 u. 6) unterscheiden ihn von den Erysibaceen, in deren Polyascineen-Arten allerdings die beiden Erscheinungen zu Tage treten, aber nie in solchem Grade.

Wie es auch bei einigen Erysibaceen der Fall ist, kann man die großen Kerne der jungen Fruchtkörperanlage, die in gut abgegrenzten Vakuolen liegen, schon im lebenden Material, zwar mit

---

1) BREFELD, „Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze“, Heft II, die Entwicklungsgeschichte von *Penicillium*, Leipzig 1874.

2) BEZSSONOF, N., Bulletin de la soc. Mycologique de France 1913, 1914.

Mühe unterscheiden. Bei der Verwendung einer 0,005 pCt. wäss. Methylviolett-Lös. als Vitalfärbung, traten, obgleich der Kern ungefärbt blieb, seine und der Kernvakuole Umrisse so scharf hervor, daß es in einigen Fällen möglich war, sie mit der Kamera zu zeichnen (Fig. 2, 3, 4 u. 5). Hier ist zu bemerken, daß die 0,005 pCt. Methylviolett-Lösung durch Oelflecken der myceliaren Hyphen, und die großen Oeltropfen der Conidiensporen, gut absorbiert wird und sie treten scharf blau hervor auf dem farblos gebliebenen Cytoplasma.

Am Schlusse möchte ich angesichts des Zustandekommens von Fruchtkörperanlagen des *Penicillium* in konz. Zuck.-Lös. auf die Möglichkeit der folgenden Herleitungen hinweisen: Bei der Anwendung der BREFELDschen Methode wird der Anreiz zur *Penicillium*-Fruchtkörperbildung, wie es scheint, hauptsächlich durch die Absperrung des atmosphärischen Sauerstoffes, d. h. durch eine gewisse Hemmung der Oxydationsprozesse gegeben. Wenn das letztere zutrifft, so kann man bei der Fruchtkörperbildung in konz. Zuck.-Lösung die Ursache der soeben erwähnten Oxydationshemmung nicht in dem Sauerstoffmangel, sondern in dem, wegen der Bindung des Zuckers, noch erhöhten Wassermangel erblicken. Das wäre aber ein neuer Beweis für den, im Anschluß an die Theorien und Angaben von M. TRAUBE, ENGLER u. BACH, CHODAT, KEEBLE, WIELAND[1]) u. anderen von W. PALLADIN vertretenen Standpunkt, daß: „Die meisten (wenn nicht alle) gegenwärtig angenommenen Fälle der Assimilation des Sauerstoffs der Luft sich auf eine Assimilation des Sauerstoffs des Wassers zurückführen lassen“[2]).

Meinem Kameraden, dem Herrn Hauptmann J. O. SAPOZKI, der mir seine Leitzimmersionssystem mit Kamera zur Verfügung gestellt hatte, möchte ich hier meinen herzlichen Dank aussprechen.

Zitadelle Mainz, den 5. April 1918.

---

[1]) M. TRAUBE, Berichte chem. Ges. 15, 659, 1882; 18, 1889; CHODAT u. BACH, Ber. chem. Ges. 36, 1909; KEEBLE, ARMSTRONG u. JONES, Proceed. of the R. Soc. 86, 308, 1913.

[2]) W. PALLADIN, „Ueber die Bedeutung des Wassers bei den Prozessen der alkoholischen Gärung und der Atmung der Pflanzen“. Recueil d'articles scientifiques dédié au prof. Cl. Timiriazeff, Moskau 1916, S^{te} 34.

Erklärung der Tafel IV.

Die *Penicillium*-Fruktifizierung in starker Zuckerlösung.

Alle Abbildungen wurden nach lebendigem Material mit dem Objekt. $^1/_{16}$ (Oelimmersion) Oc. 2 mit Hilfe des Zeichenapp. nach ABBE gemacht. Der angegebene Maßstab gilt vollkommen für die Fig. 2, 3, 5 u. 8, für die anderen nur annäherungsweise.

Fig. 1. In der Mitte das Oogonium, links das Antheridium, rechts der sich aus der Basalzelle des Oogoniums entwickelnde Umhüllungszweig.

Fig. 2. Ein primäres Stadium der Ascogonbildung.

Fig. 3. In der Mitte des wachsenden Ascogons kann man seinen ersten lateralen Zweig (eine zweikernige Zelle) sehen.

Fig. 4. Ein gebogener Umhüllungszweig umfaßt den rechten oberen Teil des Ascogons.

Fig. 5. Man sieht auf dem spiralartig gedrehten Ascogon mehrere seiner einzelligen zweikernigen Zweige. (Zwei — oben in zwei verschiedenen Flächen, weiter eines in der Mitte rechts und ein anderes fast unter ihm.)

Fig. 6. Rechts zwei zweizellige, von dem Ascogon aus wachsende Zweige, links eine Umhüllungshyphe, die die obere Ascogonzelle durchkreuzt.

Fig. 7. Abriß einer vollentwickelten Spirale des Ascogons von einer Fläche abgezeichnet.

Fig. 8. Am 12. Tage der Züchtung in der starken Zuckerlösung beobachteten Conidienträger.

26. A. Schulz: Abstammung und Heimat des Rispenhafers und des Fahnenhafers (Avena diffusa Neilr. und A. orientalis Schreb.)

(Eingegangen am 25. April 1918.)

Es wird heute mit Recht allgemein angenommen, daß der Rispenhafer und der Fahnenhafer (*Avena diffusa* Neilr. und *A. orientalis* Schreb.), die in Deutschland fast allein angebauten Formengruppen des Saathafers[1]), von *Avena fatua* L., dem Flug-, Wind- oder Wildhafer, abstammen; darüber aber, wo, wann und auf welche Weise sie aus diesem entstanden sind, und wann sie im westlicheren Europa, besonders in Deutschland, zum ersten Mal angebaut worden sind, gehen die Ansichten weit auseinander. Meist nimmt man an, daß *Avena „sativa* L.“ — gemeint ist *A. diffusa* Neilr. — bereits zur Bronzezeit eine Anbaupflanze des westlicheren Europas, speziell Savoyens, der Westschweiz, Württembergs und Dänemarks gewesen sei[2]). Es gründet sich diese Annahme auf in bronzezeitlichen Siedelungen dieser Länder gefundene Avenafrüchte, die als Früchte von *Avena „sativa* L.“ — d. h. *A. diffusa* Neilr. — angesehen werden. Dagegen soll nach der Meinung von E. H. L. KRAUSE[3]) *A. fatua* L., die Stammform von *A. diffusa* und *A. orientalis*, erst in den letzten Jahrhunderten, also lange nach diesen beiden Saathaferformengruppen, nach Deutschland — als Unkraut — gelangt sein.

Es ist jedoch, worauf ich schon mehrfach hingewiesen habe, recht zweifelhaft, ob die erwähnten bronzezeitlichen Früchte von *Avena „sativa* L.“ wirklich zu *A. diffusa* und *A. orientalis* oder einer von diesen beiden Formengruppen gehören, ob sie nicht vielmehr Früchte von *A. fatua* L. sind. Denn es scheinen[4]) an ihnen weder die untere Partie der Deckspelze noch das sie tragende Glied der Ährchenachse zu haften. In diesem Zustande lassen sich Früchte des Formenkreises *Avena fatua*[1]) aber nicht mit Sicherheit bestimmen; sie können sowohl zu *A. fatua* L. selbst wie zu den beiden genannten aus dieser entstandenen Kulturformengruppen gehören. Solange wie man noch keine sicheren prähistorischen Früchte von *A. fatua* L. aus dem westlicheren Europa kannte, lag die Annahme, diese Form sei erst in historischer Zeit in dieses gelangt, und die hier gefundenen zum Formenkreise *A. fatua* gehörenden prähistorischen Früchte seien solche von ihren Kulturformengruppen, nahe. Dies hat sich jedoch durch RICHARD ORTMANNs Entdeckung sicherer Früchte von *Avena fatua* L. in einer hallstattzeitlichen Wohngrube bei Braunsdorf unweit Merseburg, die ich eingehend beschrieben und abgebildet habe[2]), geändert. Jetzt liegt die Annahme, die in prähistorischen Siedelungen aufgefundenen spelzenlosen Früchte von *Avena fatua* im weiteren Sinne seien Früchte von *A. fatua* L. (im engeren Sinne) mindestens ebenso nahe wie die, sie gehörten zu einer der Kulturformengruppen dieser Art. Und es dürfte auch — mindestens — ein Teil sicher zu *Avena fatua* L. (im engeren Sinne) gehören.

---

[1]) Vgl. betreffs der Formengruppen des Saathafers A. SCHULZ, Die Geschichte d. kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913) S. 117 u. f.

[2]) Vgl. J. HOOPS, Artikel „Hafer“ in seinem Reallexikon d. germanischen Altertumskunde, Bd. 2 S. 352 u. f. (357) (Straßburg 1914).

[3]) E. H. L. KRAUSE, Schwarzer Hafer und Flughafer, Naturw. Wochenschrift, Bd. 26 (Jena 1911) S. 248 u. f.

[4]) In der Literatur fehlen bestimmte Angaben darüber; vgl. z. B. A. THELLUNG, Ueber die Abstammung, den systematischen Wert und die Kulturgeschichte der Saathafer-Arten (*Avenae sativae* Cosson), Vierteljahrsschrift d. Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrg. 56, 1911 (Zürich 1911) S. 293 u. f. (344).

A. ZADE hat die soeben aufgeführten Abhandlungen, in denen ich die bei Merseburg gefundenen Früchte von *Avena fatua* L. behandelt habe, sämtlich übersehen. Er hält in seinem vor kurzem erschienenen Buche „Der Hafer, eine Monographie auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage[3])“, wie die früheren Forscher die in den eingangs genannten bronzezeitlichen Siedelungen gefundenen Avenafrüchte für Früchte von *A.* „*sativa* L.“, d. h. *A.*

---

[1]) Dieser Formenkreis umfaßt *A. fatua* L. und die aus ihr in der menschlichen Kultur entstandenen Formengruppen; man kann ihn als *A. fatua* im weiteren Sinne bezeichnen.

[2]) A. SCHULZ, Ueber Kulturpflanzen und Unkräuter Deutschlands in prähistorischer Zeit, I, Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. 85 (Leipzig 1914) S. 329 u. f. (333—336) mit Taf. 3; Ders., Ueber neue Funde von Getreideresten aus prähistorischer Zeit in den thüringisch-sächsischen Ländern, Naturw. Wochenschrift, Bd. 30 (Jena 1915) S. 266 u. f. (268—270); Ders., Ueber einen neuen Fund von hallstattzeitlichen Kulturpflanzen- und Unkräuterresten in Mitteldeutschland, Berichte d. Deutschen bot. Gesellschaft, Bd. 33 (Berlin 1915) S. 11—19 (14—19); Ders., Abstammung und Heimat des Saathafers, 2. Mitteilung, Mitteilungen d. Thüringischen bot. Vereins, N. F., Heft 33 (Weimar 1916) S. 16 u. f. (17); Ders., Die bis jetzt aus dem Saalegebiete bekannten hallstattzeitlichen Kulturpflanzen, Mitteilungen d. Naturforschenden Gesellsch. zu Halle a. d. S., Bd. 4, 1916 (als Sonderdruck Halle 1917) S. 5—6 des Sonderdruckes.

[3]) Jena 1918, vgl. S. 1, sowie S. 4 u. 259.

diffusa Neilr., und schließt sich E. H. L. KRAUSEs Meinung an, *A. fatua* L. (im engeren Sinne) sei nach Deutschland erst in den letzten Jahrhunderten gelangt.

Leider läßt sich aus R. ORTMANNs Funde nicht erkennen, ob *Avena fatua* L. zur Hallstattzeit bei Merseburg ein Ackerunkraut war oder als Getreide angebaut wurde. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß sie hier als Getreide angebaut wurde. Vielleicht war sie in das westlichere Europa ursprünglich als Ackerunkraut eingeschleppt worden, hier zunächst als solches sehr lästig gewesen, dann aber, als man erkannt hatte, daß sich ihre Früchte sehr gut zur Nahrung für Menschen und Haustiere eignen[1]), in Anbau genommen worden. Bei diesem Anbau kann sich sehr wohl aus ihr *Avena diffusa* Neilr. entwickelt haben. Diese Formengruppe kann aber außerdem auch weiter im Osten, vielleicht im westlichen Zentralasien, aus der hier einheimischen *Avena fatua* L., die man in Anbau genommen hatte, entstanden sein[2]). Dagegen scheint die eigentliche *Avena orientalis* Schreber[3]), die ich für eine selbständige, einheitliche Formengruppe ansehe[1]), — nur — im Osten (in Osteuropa oder Zentralasien) entstanden und erst spät von hier in das westlichere Europa eingeführt worden zu sein.

---

[1]) Nach FR. KÖRNICKE, Die Arten und Varietäten des Getreides, Berlin 1885, S. 17, wurden in Schweden die Früchte des als Unkraut auftretenden Flughafers noch in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts gesammelt und als Speise benutzt.

[2]) Ich halte es für das Wahrscheinlichste, daß die Kulturformengruppen aus der absichtlich als Getreide angebauten *Avena fatua* L. hervorgegangen sind, sei es, daß man zum Anbau Früchte von an natürlichen Örtlichkeiten wachsenden einheimischen Individuen nahm, sei es, daß man hierzu Früchte von als Unkraut auftretenden — vielleicht aus weiter Ferne stammenden — Individuen verwandte. Für viel weniger wahrscheinlich halte ich dagegen die Annahme, die Kulturformengruppen hätten sich aus der als Unkraut auftretenden *Avena fatua* L. entwickelt und seien dann in Anbau genommen worden. A. ZADE glaubt, daß *Avena „sativa* L.“ aus *A. fatua* L. durch Mutation unter natürlichen Verhältnissen hervorgegangen sei: „Anzunehmen ist, daß die kultivierte Form vor unbestimmter und unbestimmbarer Zeit im fernen Osten aus der Stammform auf mutativem Wege hervorgegangen ist, wahrscheinlich dergestalt, daß aus der *A. fatua* eine *forma solida*, d. h. eine Mutation mit festsitzenden abzuerntenden Früchten, entstanden ist, die der Mensch als wertvoll erkannt und in Kultur genommen hat“, a. a. O. S. 225.

[3]) A. ZADE sagt (a. a. O. S. 9) von *Avena orientalis* Schreber: „Unter dieser Bezeichnung [d. h. Türckischer Haber] wird er [d. h. der Fahnenhafer] auch in RUPPs Flora von Jena (2. Aufl. 1726) aufgeführt, während er erst 1761 von DANIEL GOTTFRIED SCHREBER („„Sammlung verschiedener Schriften, welche in die ökonomischen, Policey- und cameral-, auch andere verwandte Wissenschaften einschlagen“ “, Halle 1761, Teil 7, S. 251) als *A. orientalis* Schreb. gekennzeichnet wurde. Dieser Gelehrte hat ihn für bis dahin wissenschaftlich unbekannt angesehen und als neu eingeführt erklärt. Er schildert ihn als dreikörnig, auch geht aus seinen Mitteilungen hervor, daß man diese Art damals in Thüringen bereits „„Fahnenhafer“ “ genannt hat.“ Diese Aussage ent-

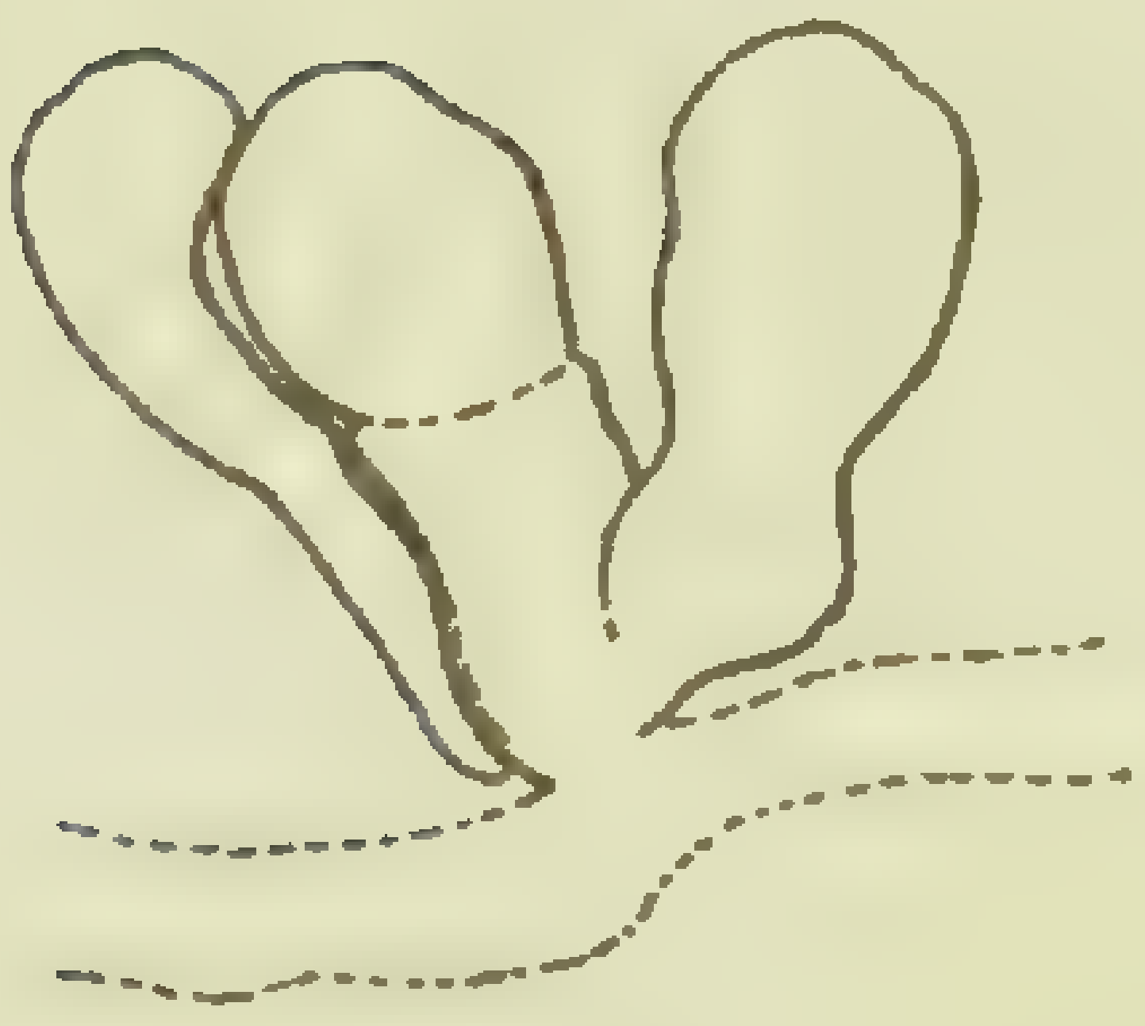
Avena fatua L., der Flughafer, wächst auch heute — als Ackerunkraut — in der Gegend von Braunsdorf bei Merseburg. Hieraus darf man aber nicht schließen, daß er sich in dieser Gegend ununterbrochen von der Hallstattzeit bis heute erhalten habe. Er scheint vielmehr nach der Hallstattzeit aus dieser Gegend — und aus ganz Deutschland — verschwunden und erst in den letzten Jahrhunderten wieder in sie — und in Deutschland überhaupt — durch den Ackerbau als Unkraut eingeführt worden zu sein. Dies spricht m. E. mehr für die Annahme, daß der Flughafer in Deutschland zur Hallstattzeit nur eine — wenig verbreitete — Anbaupflanze war, als für die, daß er damals hier ausschließlich oder auch als Ackerunkraut auftrat.

---

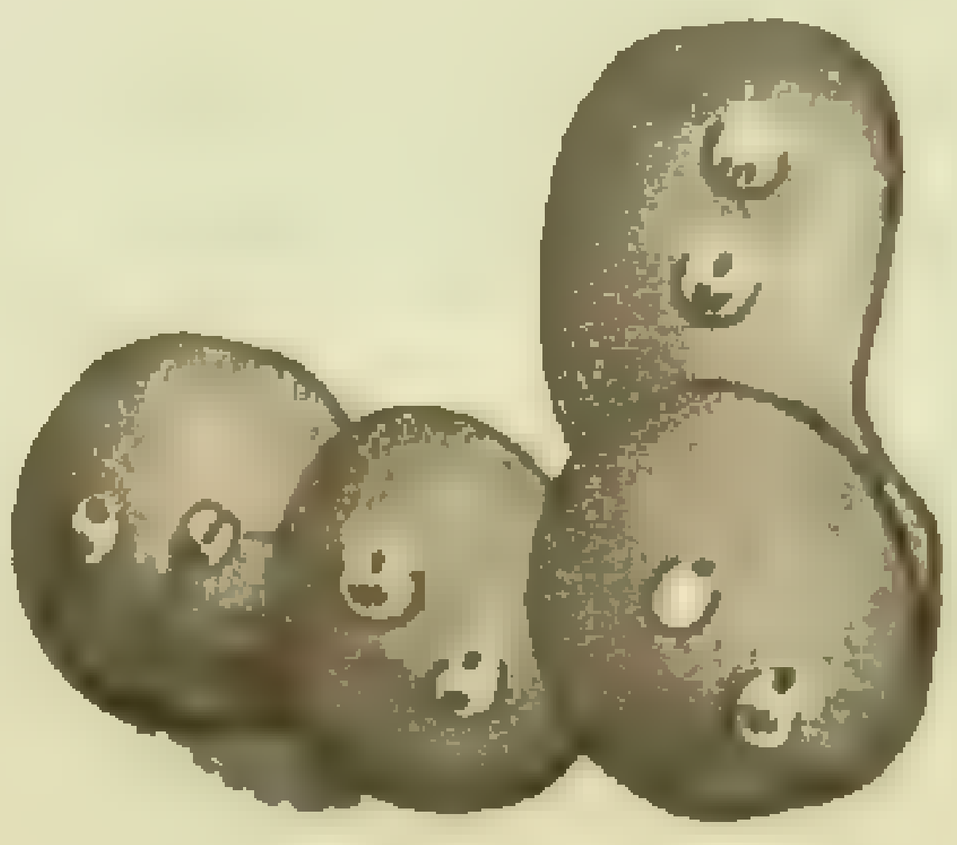
spricht nicht den Tatsachen. An der angeführten Stelle der „Sammlung usw." sagt DANIEL GOTTFRIED SCHREBER nur: „Wie verhält sich der Hafer, wo drey Körner neben einander sitzen, gegen die gewöhnliche Art, wo nur zwey neben einander befindlich sind, im Ertrage?

Ich bin erst vor kurzer Zeit zu wenigen Körnern von diesem Hafer gelanget, welchen man an einigen Orten in Thüringen bauet, und Fahnenhafer nennet. Er soll viel reichlicher tragen und im Scheffel mehr geben als der gewöhnliche". Der Name „*Avena orientalis*" findet sich an dieser Stelle also nicht, diesen Namen hat der Fahnenhafer erst zehn Jahre später von JO. CHRISTIAN DANIEL SCHREBER — dem Sohne von DANIEL GOTTFRIED SCHREBER —, der ihn für „novissime introducta" erklärte, in dessen „Spicilegium florae Lipsicae" (Lipsiae 1771, S. 52) erhalten.

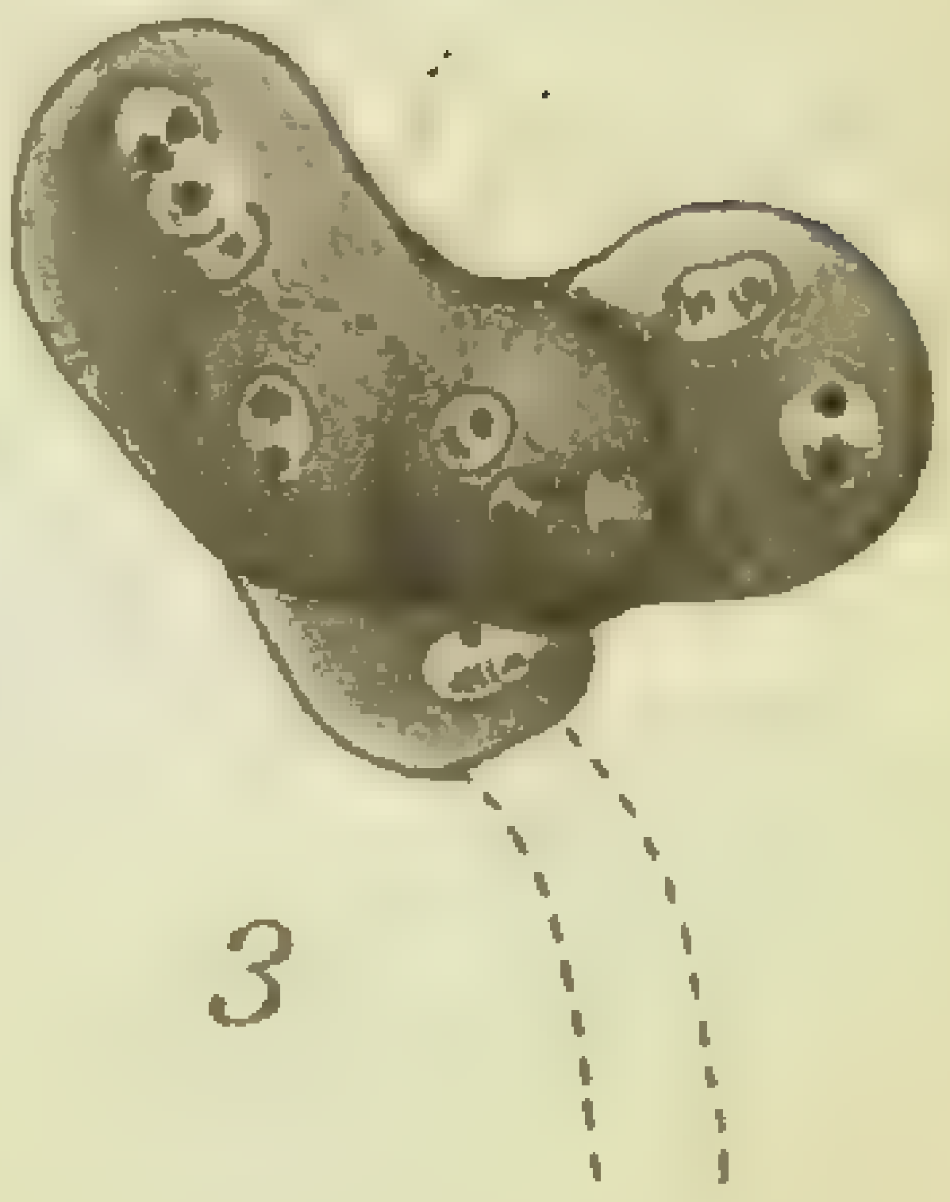
[1] A. ZADE sagt a. a. O. S. 9: „Wir haben es hier [bei *Avena orientalis* Schreb.] also keineswegs mit einer besonderen Art zu tun, sondern mit einer geringfügigen Abweichung vom gewöhnlichen Rispentyp. Somit fällt die Frage nach der Heimat des Fahnenhafers mit der unseres gewöhnlichen Saathafers zusammen." *Avena orientalis* ist von *A. diffusa* morphologisch zwar nur durch den Rispenbau verschieden, ist aber offenbar eine selbständige Formengruppe mit einheitlichem Ursprung.



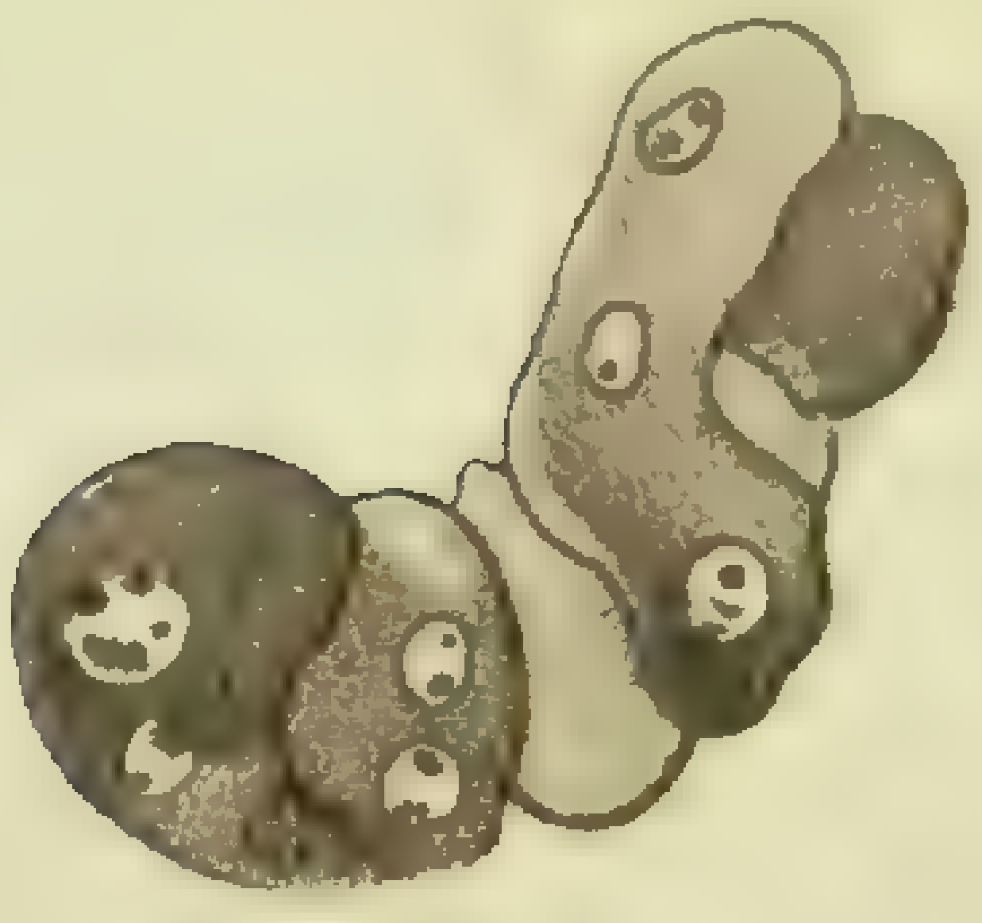
1



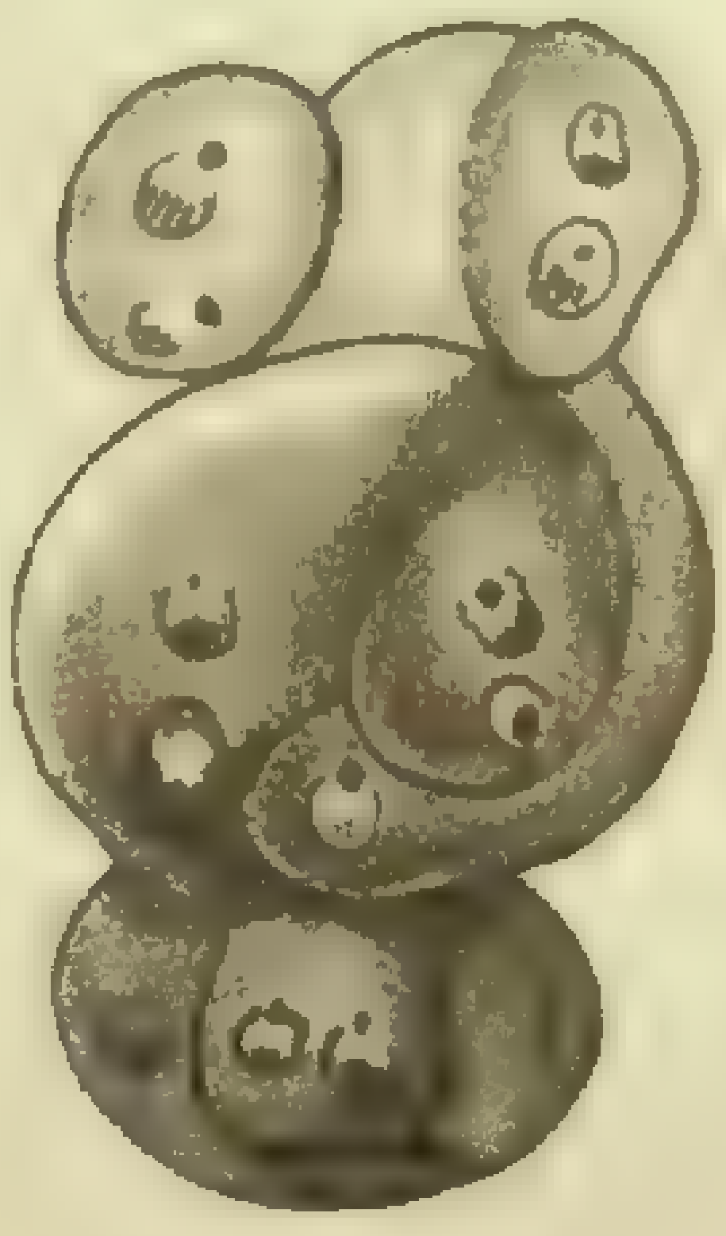
2



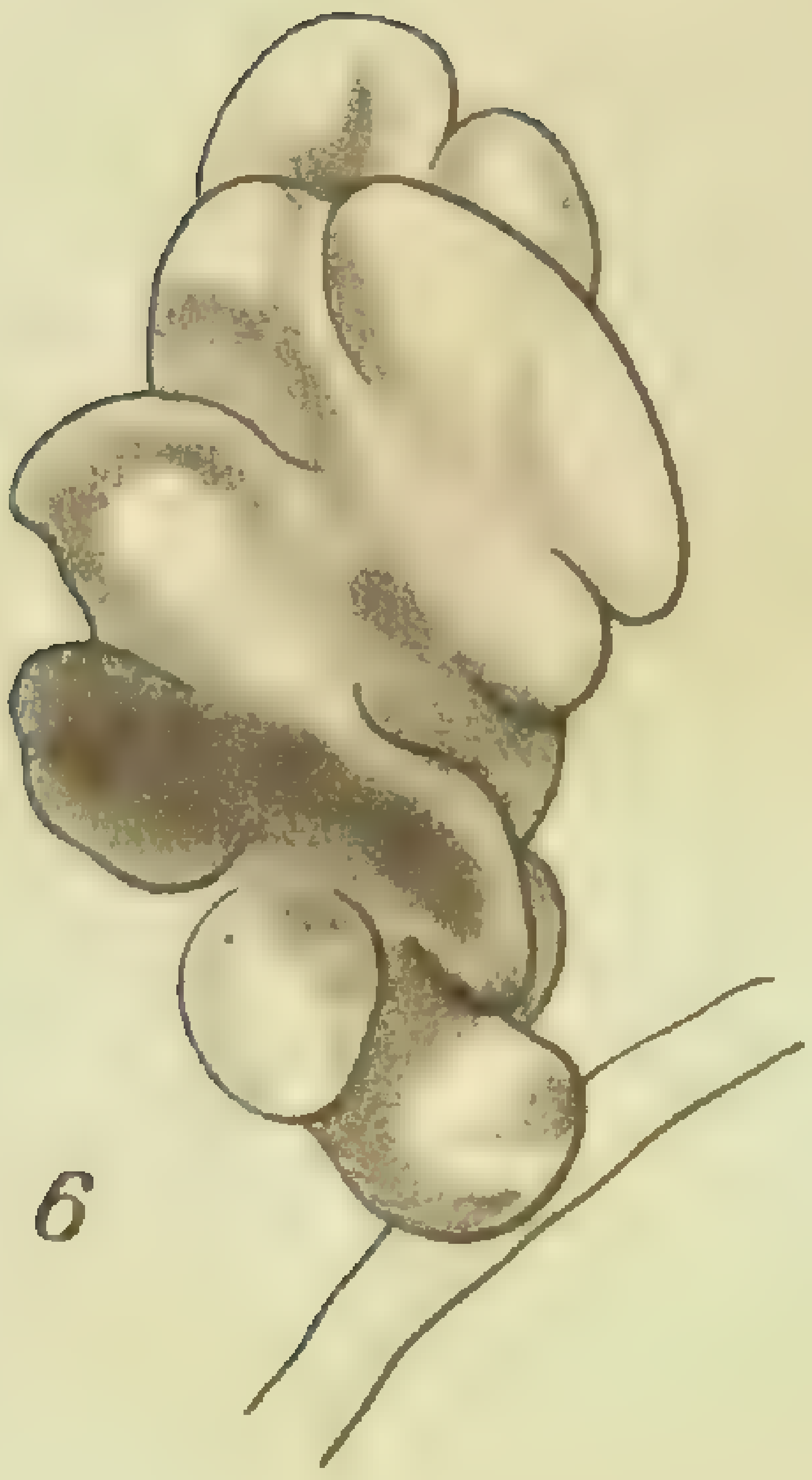
3



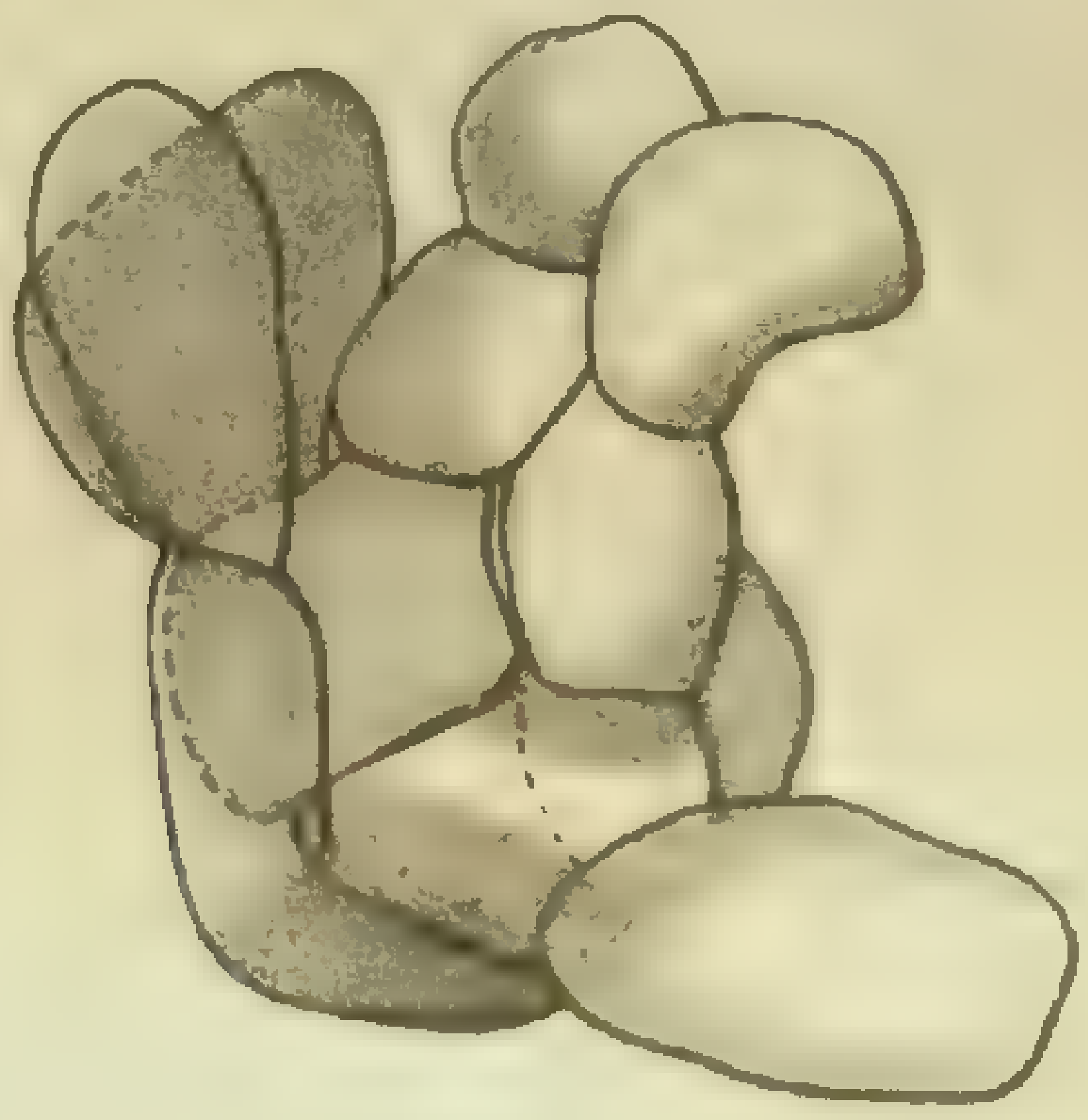
4



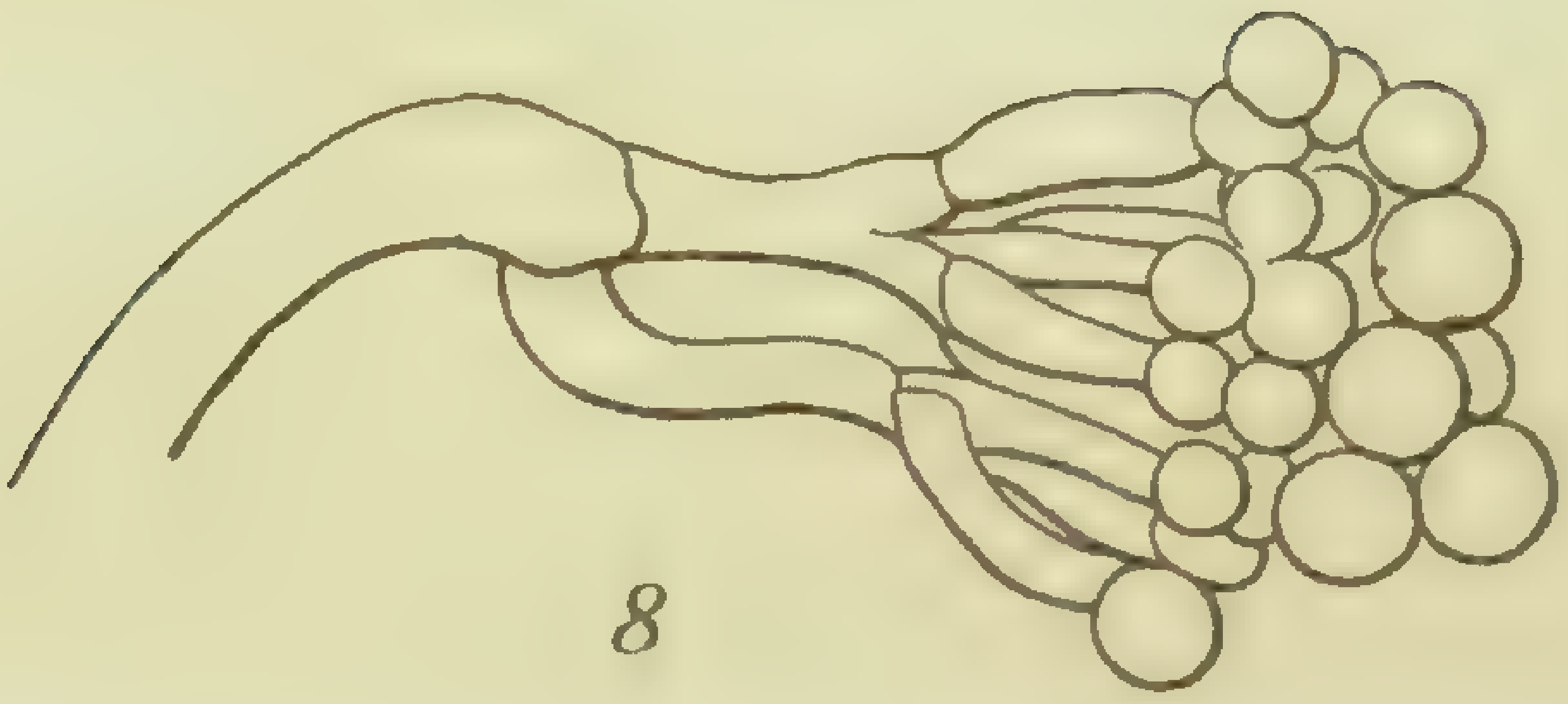
5



6



7



8

0 10 25 Mikr.

Maßstab

Bezssonoff gez.

H. Laue lith.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1918 **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** an Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. L. **Wittmack, Berlin NW,** Platz am Neuen Tor 1, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung**, für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif im Manuskript — die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten. Im allgemeinen wird den Autoren eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1918.

Ehrenpräsident: S. Schwendener.

Für die Generalversammlung: Hans Winkler, Präsident; A. Voigt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: L. Wittmack, Vorsitzender; P. Lindner, erster Stellvertreter; J. Behrens, zweiter Stellvertreter; E. Baur, erster Schriftführer; H. Harms, zweiter Schriftführer; H. Miehe, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: L. Wittmack, E. Baur, H. Harms, H. Miehe, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): E. Jahn, R. Kolkwitz, P. Claussen, O. Reinhardt, L. Diels.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. **Der Beitrag beträgt für alle ordentlichen Mitglieder 20 M.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in Berlin-Dahlem gelangen lassen. Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden.

⁂

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. **Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:**

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2	Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates	5	„
3.	für jede Lichtdrucktafel	9	„
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2	„
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3	„
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr	2	„
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35	„
8.	für jeden Umschlag	1,5	„
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	7,—	Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

Vorlesungen über die natürlichen Grundlagen des Antialkoholismus

von **Dr. G. Trier, Privatdozenten an der Technischen Hochschule in Zürich.** 2 Bände. Jeder Band gebunden 12 Mk.

Durch den zweiten Band ist das Triersche Werk zum Abschluss gekommen. Behandelt der Autor im ersten Teil mehr die chemisch-biologische Seite der Alkoholfrage, so erörtert er im zweiten Teil in kritischer und überzeugender Art das Problem in physiologischer, medizinisch-psychologischer und technischer Richtung. Die „Mineralhefe“ des Berliner Gärungsinstitutes, die Fettpilzzüchtung, die Verwertung des Harns als Stickstoffquelle für Hefen, die Hydrolyse der Zellulose, die Gewinnung von Spiritus aus den Sulfitzelluloseablaugen und die neueste synthetische Darstellung von Alkohol aus Kalziumkarbid (Lonza) finden eine eingehende Berücksichtigung. Das Werk darf jedem Akademiker zur Lektüre bestens empfohlen werden.

Schweiz. Chem.-Ztg.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei

BAND XXXVI. JAHRGANG 1918. HEFT 5.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

HEFT 5.
(MIT TAFELN V—X.)

AUSGEGEBEN AM 29. AUGUST 1918.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1918

Es wird dringend gebeten, die dritte Umschlagsseite zu beachten.

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
FEB 11 1920
GARDEN LIBRARY

2

Inhaltsangabe zu Heft 5.

Seite

Sitzung vom 31. Mai 1918 234

Mitteilungen.

27. Arthur Meyer: Das Assimilationssekret von Vaucheria terrestris 235
28. Wilhelm Figdor: Zur Kenntnis des Regenerationsvermögens von Crassula multicava Lem. (Mit Tafel V.) 241
29. A. Pascher: Über diploide Zwerggenerationen bei Phaeophyceen (Laminaria saccharina). (Mit 3 Abb. im Text.) 246
30. A. Pascher: Amoeboide Stadien bei einer Protococcale, nebst Bemerkungen über den primitiven Charakter nicht festsitzender Algenformen. (Mit 8 Abb. im Text.) . . 253
31. M. v. Derschau: Über disperme Befruchtung der Antipoden bei Nigella arvensis. (Mit Tafel VI.) 260
32. M. Möbius: Merkwürdige Zeichnungen auf Marantaceenblättern. (Mit Tafel VII und 1 Textabbildung.) . . 263
33. Alexander Lingelsheim und Bruno Schröder: Hildenbrandia rivularis (Liebmann) Bréb. und Pseudochantransia chalybaea (Lyngb.) Brand aus dem Gouvernement Suwalki. (Mit 1 Textabbildung und Tafel VIII.) 271
34. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 10 und 11. (Mit Tafel IX.) 277
35. Ernst Küster: Über Vakuolenteilung und grobschaumige Protoplasten. (Mit 3 Textabbildungen.) 283
36. H. Harms: Über die Geschlechtsverteilung bei Dryas octopetala L. nach Beobachtungen im Kgl. Botanischen Garten Berlin-Dahlem. (Mit 1 Abb. im Text und Tafel X.) 292

Nächste Sitzung der Gesellschaft

Freitag, den 25. Oktober 1918,

abends 7 Uhr, im

Hörsaal des Pflanzenphysiolog. Instituts d. Universität,

Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 1.

Die

Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft

ist auf den 23. September verlegt worden, da das Wintersemester bereits am 1. Oktober beginnt.

Der Vorstand.

Sitzung vom 31. Mai 1918.

Vorsitzender: Herr L. WITTMACK.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben zweier Mitglieder; Herr Prof. Dr.

P. Kuckuck,

Kustos für Botanik an der Biolog. Anstalt auf Helgoland, verstarb am 7. Mai 1918, und Herr Hofrat Dr.

Heinrich Fürnrohr,

Vorstand der Botanischen Gesellschaft in Regensburg, verstarb am 17. Mai 1918.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Als neues Mitglied wird vorgeschlagen Herr

Killermann, Dr. **Seb.**, Prof., Vors. der K. bot. Gesellschaft in **Regensburg.**

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Stomps, Dr. **Th.**, Professor in **Amsterdam,**
Pfeiffer, Hans, Lehrer in **Bremen,** und Fräulein
Müller, Lene in **Wien.**

Mitteilungen.

27. Arthur Meyer: Das Assimilationssekret von Vaucheria terrestris.

(Eingegangen am 8. Mai 1918.)

In diesen Berichten habe ich 1917 und 1918 einiges über das Assimilationssekret und das Mesekret gesagt, an welches sich diese Mitteilung anschließt. Durch weitere Studien, über welche ich anderwärts berichten werde, bin ich zu folgender Ansicht über die beiden Sekrete gelangt.

Das Assimilationssekret entsteht nur während des Assimilationsprozesses. Es sammelt sich dann in kleinen Tropfen in einem Chloroplasten an, wenn von ihm mehr in der Zeiteinheit durch den Chloroplasten produziert wird als durch verschiedene Vorgänge aus dem Chloroplasten entfernt wird. Die Vorgänge, welche das Sekret entfernen, sind: 1. Die Verlagerung des Sekretes aus dem Chloroplasten in das Zytoplasma der Zelle, welche den Chloroplasten führt, oder auch noch in das Zytoplasma anderer Zellen. Sammelt es sich in Tropfenform im Zytoplasma an, so dient es zur Bildung von Mesekret. 2. Wahrscheinlich sind es noch andere, bisher unbekannte Prozesse (vielleicht Veratmung des Sekretes im Zytoplasma oder Verdampfung des Sekretes), welche das Assimilations-Sekret entfernen können, indem sie es ganz aus der Pflanze herausnehmen. Bei *Vaucheria* liegt der Fall vor, daß sich das Assimilationssekret gar nicht in den Chloroplasten in Tröpfchenform ansammelt, sondern sofort bei seiner Bildung in das Zytoplasma ausgeschieden wird, um dort zu den Mesekrettropfen ähnlichen Tropfen zusammenzufließen, denen sich anscheinend noch andere Sekretstoffe beimischen.

Die Schläuche von *Vaucheria terrestris* enthalten im Zytoplasmabelag ungefähr 4 μ : 2,5 μ bis 6 μ : 3 μ im Durchmesser besitzende pyrenoidfreie Chromatophoren, die der Zellwand genähert liegen, während die kleinen Kerne die der Zentralvakuole angrenzende Zytoplasmapartie bewohnen. Zwischen den Chloroplasten finden sich in den hellgrünen Spitzen schnell wachsender Schläuche wenige, in den älteren Partien der Zellfäden zahlreiche Oeltropfen.

Schon SCHMITZ führt über sie aus (1882, S. 160): „Den bisher besprochenen festen Produkten der Chromatophoren gegenüber finden sich nun bei einer Anzahl von Chlorophyzeen (z. B. bei *Vaucheria* — nach WALZ in PRINGSHEIMS Jahrb. 5, S. 129, besitzt dagegen *Vauch. tuberosa* und *sericea* echte Stärkekörner —, *Microspora*) an Stelle der Stärkekörner größere oder kleinere, glänzende, kugelige, zähflüssige Tropfen, welche in Alkohol oder Aether auflöslich sind. Dieselben entstehen ganz in derselben Weise wie jene Stärkekörner der Florideen und Phaeophyzeen nächst dem Rande der Chromatophoren im angrenzenden Protoplasma."

BORODIN (1869, S. 887) sagt, die Oeltropfen lägen gewöhnlich zwischen den Chlorophyllkörnern; da, wo letztere in geringerer Anzahl vorhanden seien, hänge an jedem Chlorophyllkorn ein ganz kleiner Oeltropfen. Es scheine das Oel sich im Innern der Chlorophyllkörner zu bilden und später aus denselben herauszutreten.

In seiner späteren Arbeit (1878, S. 548) finden wir: „— und nun sieht man deutlich an einem oder an beiden Enden der spindelförmigen Chlorophyllkörner kleine Oeltropfen hängen; freie Oeltropfen sind hier nicht vorhanden; jeder steht mit einem Chlorophyllkorn in unmittelbarer Verbindung". — „Unwillkürlich sieht man sich dabei zu der Annahme geneigt, es sei das Oel innerhalb des Chlorophyllkornes entstanden, um dann aus ihm gleichsam herauszugleiten".

SCHIMPER (1885, S. 179) drückt sich folgendermaßen aus: „In jugendlichen, kräftig vegetierenden Organen werden nur selten Oeltropfen von den Chromatophoren gebildet; sie sind am längsten bekannt bei *Vaucheria*, wo sie den Chloroplasten äußerlich befestigt sind." KLEBS (1896), S. 30, sagt von den Oeltropfen: „die im Plasma in der Nähe der Chlorophyllkörner liegen." FLEISZIG (1900, S. 15) schreibt dagegen: „Ich habe dieses Verhalten (daß die Oeltropfen den Chloroplasten anliegen) stets beobachtet, wo es sich um ölarme Fäden handelt."

Ich habe die Chloroplasten junger, ölarmer Schlauchspitzen nochmals untersucht. Die Chloroplasten erscheinen ganz homogen grün. Auch nach Zusatz von Osmiumsäure bleiben sie völlig homogen, auch wenn man nach der Einwirkung der Osmiumsäure Eisessig + 15 % Wasser hinzufügt. Sie werden dann sehr langsam entfärbt, bleiben aber dabei glasklar und lassen keine Tröpfchen austreten. An diesen assimilationssekretfreien Chloroplasten sieht man ein oder mehrere Tröpfchen von ungefähr 0,4 μ Durchmesser, welche die Chloroplasten direkt berühren. Das Zytoplasma kann sonst ganz frei sein von Oeltröpfchen. Gleichzeitig mit den *Vaucheria*fäden in derselben Kultur wachsendes Moosprotonema enthielt reichliche Assimilationssekrettröpfchen in ihren feinen Chloroplasten.

Es liegt also die Deutung der den Chloroplasten von *Vaucheria* ansitzenden Oeltröpfchen als Assimilationssekret nahe.

In älteren Teilen der *Vaucheria*fäden findet man neben diesen kleinen, den Chloroplasten ansitzenden Tröpfchen im Zytoplasma der Zelle frei liegende Oeltropfen in mehr oder weniger reichlicher, zuletzt in sehr großer Menge, welche sehr verschiedene Größen haben und einen Durchmesser von 5 μ erreichen können.

Die Mehrzahl dieser Tropfen ist augenscheinlich durch das Zusammenfließen der Assimilationssekrettröpfchen entstanden und wäre dann dem Mesekret der Phanerogamen zu vergleichen.

Ist das Oel der *Vaucheria*fäden der Hauptsache nach aus Assimilationssekret entstanden, so muß seine Anhäufung in denselben zuerst von 2 Momenten abhängig sein: 1. von der Assimilationstätigkeit der Chloroplasten, 2. von der Schnelligkeit der Streckung der Fäden. Dazu käme noch 3. eventuell die Ableitung des Sekretes, die, wie gesagt, durch Atmung oder Verdampfung, hier auch durch Abgabe an das Wasser stattfinden könnte.

Wäre die Ableitung relativ klein, so würden starke Assimilation und fehlende Streckung größten, starke Streckung der Fäden und fehlende Assimilation kleinsten Oelgehalt bedingen.

Wenn wir das Gesagte berücksichtigen, so sprechen die in der Literatur vorliegenden Angaben durchaus dafür, daß die Oeltropfen von *Vaucheria* Assimilationssekret sind.

BORODIN kultivierte (1878) einzelne Fadenstücke von *Vaucheria sessilis* bei Lampenlicht unter Verhältnissen, unter denen sie ihre Oosporen entwickelten. S. 515 schreibt er: „Werden mehrere *Vaucheria*fäden, resp. Stücke unter dem Lampenlichte zugleich kultiviert, so bemerkt man meistens, daß die eben beschriebenen Erscheinungen nicht an sämtlichen Fäden stattfinden; in einigen tritt scheinbar die reichliche Oelbildung nicht auf. Gibt man aber außerdem auf das Wachstum der Fäden acht, so bemerkt man sogleich, daß dasselbe sehr verschieden ausfällt: während die sich mit dem Oel füllenden Fäden ein nur schwaches, ja sogar kein Wachstum zeigen, wachsen die andern sehr rasch in die Länge und bilden eine beträchtliche Anzahl neuer Zweige aus.“ Die nicht wachsenden Zweige waren solche, welche an beiden Enden verletzt waren.

Auch KLEBS (1896, S. 38) kommt zu einem Resultate, welches dafür spricht, daß das Oel von *Vaucheria* wesentlich Assimilationssekret sein kann. Er schreibt: „Lebhaft im Lichte oder langsam im Schatten wachsende Kulturen führen nur relativ wenig Fett und immer in kleinen Tröpfchen, die im Plasma in der Nähe der Chlorophyllkörner liegen.“ Wenn er weiter berichtet: „Sowie solche *Vaucheria* in 2%iger Rohrzuckerlösung bei heller Beleuchtung weiter gezogen werden, so erfolgt eine massenhafte Ansammlung des Fettes. — Jederzeit kann man diese Fettaufspeicherung durch Kultur in Nährlösung zum Verschwinden bringen, rascher bei Beleuchtung als im Dunkeln —,“ so wird sich das wohl hauptsächlich aus einem verminderten Wachstum der *Vaucheria* in Zuckerlösung erklären.

Aehnlich wird es sich auch mit der Erfahrung von FLEISZIG (1900, S. 24) verhalten, daß eine Oelanreicherung in nährsalzarmen Nährlösungen stattfindet. FLEISZIG beobachtete übrigens auch (S. 13), daß an lichtarmen Stellen aufgewachsene *Vaucheria* ölärmer war als die gleiche Art, die dem vollen Tageslicht ausgesetzt war. Wichtig für uns ist auch die Angabe des Autors (S. 16), daß in *Vaucheria*, welche im Dunkeln in 2%iger Rohrzuckerlösung kultiviert wurde, nie Oel entstand.

Mit unserer Auffassung der Oeltropfen als Assimilationssekret steht auch die Erfahrung der Autoren in Einklang, daß die Fäden weder im Dunkeln noch im kohlensäurefreien Raume das Oel völlig verloren. BORODIN betont (1878) dieses in folgendem Satze: „Als ich am 20. Februar einen mit Oel reichlich erfüllten Faden aus dem vollen Lampenlichte in die Dunkelheit versetzte, erschien am 25. Februar sein Oelgehalt beträchtlich verringert. Am 1. März waren bloß kleine und ziemlich sparsam verteilte Oeltropfen vorhanden; diese waren aber selbst am 10. März, wo mit der Verdunkelung abgebrochen wurde, immer noch unversehrt vorhanden.“

Ebenso sagt KLEBS (1896, S. 38): „Zweifellos werden die großen Fettkugeln aufgelöst, ebenso wie diejenigen der Oosporen bei der Keimung. Vollständig fettfreie Fäden kann man allerdings nicht erzielen, auch nicht nach wochenlanger Verdunkelung.“

FLEISZIG (1900, S. 25), der die *Vaucheria* in kohlensäurefreier Luft kultivierte, konnte nur finden: „Auch bei *Vaucheria terrestris* gelang es nie, das Oel bis zu den letzten Spuren zum Verschwinden zu bringen, immerhin waren lange Strecken völlig ölfrei.“

Man könnte meinen, das von den drei Autoren beobachtete Verschwinden der Oeltropfen wäre nur durch das Wachstum der nicht assimilierenden Fäden, wäre nur durch die Verteilung der Oeltropfen vorgetäuscht; aber das scheint mir doch nicht der Fall zu sein.

BORODIN (1878, S. 545) schreibt nämlich: „Hand in Hand mit der Auflösung des Oeles im Dunkeln geht das Wachstum des Fadenstückes in die Länge. Der oben erwähnte, am 20. Februar verdunkelte, mit Oel angefüllte Faden maß ungefähr 600 Teilungen meines Okularmikrometers. Am 25. Februar war die Oelmenge beträchtlich verringert, dafür maß die Länge — 1050, und am 1. März, als das Oel nur spurweise vorhanden war — 1200 Teilungen. Es ist leicht, sich zu überzeugen, daß, sobald der Oelgehalt bis auf jene letzten Spuren gesunken ist, auch das Längswachstum des Fadens aufhört."

Danach ist also nach 10 Tagen eine entschiedene und starke Abnahme des Oeles eingetreten, die ihren Grund in irgend einem Prozeß haben muß, welcher das Oel zerstört oder aus der Pflanze entfernt.

Wir sehen also, daß das biologische Verhalten der Oeltropfen von *Vaucheria* dem entspricht, was wir erwarten müssen, wenn sie Assimilationssekret sind.

Man hat bisher meist angenommen, die Oeltropfen von *Vaucheria* beständen aus Fett. Die folgenden Reaktionen beweisen zuerst sicher, daß sie keine Fettropfen sind:

Erhitzen der Oeltropfen. a) Ein Präparat der Alge wurde kurze Zeit auf 120 Grad erwärmt, dann mit rauchender Salzsäure unter Deckglas mittels Harzkitt eingeschlossen, einen Tag liegen gelassen. b) Ein anderes Präparat wurde 1 Stunde auf 130 bis 140 Grad erhitzt, dann wie a behandelt. c) Ein drittes Präparat wurde 2 Stunden auf 130 bis 140 Grad erhitzt, dann wie a behandelt. Hiernach beobachtet man bei a massenhaft farblose Oeltropfen, in b noch zahlreiche Oeltropfen, in c keine Oeltropfen mehr. In c schien von den Oeltropfen noch ein bräunlicher, gleichmäßig flach an der Zellmembran liegender kleiner Rest zurückgeblieben zu sein.

Rauchende Salpetersäure. Sie ließ die Oeltropfen nicht klar, wie es der Fall ist, wenn sie aus Fett bestehen, sondern machte die Tropfen blasig, wenn sie, eingeschlossen mit den Oeltropfen unter Deckglas, einen Tag lang einwirkte.

Gegen die folgenden Reagentien verhielten sich die Oeltropfen ähnlich wie das Assimilations- und das Mesekret der Angiospermen:

Chloralhydrat, sehr verdünnt, 1 Vol. + 1 Vol. Wasser. Kleine Tropfen (1—1,5 μ) der wachsenden Schlauchspitzen lösen sich anscheinend alle nicht. Ein 6 μ großer Tropfen löste sich nicht, färbte sich durch Aufnahme von Chlorophyll grün, floß mit anderen Tropfen zusammen.

Chloralhydrat. Es löste im unverdünnten Zustande alle Tropfen.

Eisessig + 15% Wasser. 1,5 μ großer Tropfen eines jungen Schlauches wurde nicht gelöst. Reiner Eisessig löst nicht sofort.

Osmiumsäure. 5 Stunden mit 2%iger Osmiumsäure unter Deckglas eingeschlossene Präparate zeigte die Tropfen nur bräunlich gefärbt. Daneben fanden sich ganz zerstreut 0,5 bis 0,8 große Tropfen, die sich tief schwarz färbten, die möglicherweise Fett sein könnten.

Setzt man Eisessig + 15% Wasser zu den mit Osmiumsäure behandelten Präparaten, so treten die Tropfen schön hervor und lösen sich auch nicht nach Zusatz von Eisessig.

Osmiumsäure und danach konzentrierte Schwefelsäure. Die Assimilationssekret-Tropfen lösen sich, die schwarz gefärbten Tropfen, die vielleicht Fett sind, lösen sich nicht.

Das Lichtbrechungsvermögen der Tropfen des Assimilationssekretes ist größer als das des Mandelöls. Dieses Urteil wurde dadurch gewonnen, daß ich einerseits ein Präparat mit Oeltropfen, andererseits Mandelöltropfen in Glyzerin brachte und gleich große Tropfen beider Präparate unter dem Vergleichsmikroskop untersuchte.

Ammoniakalische Silberlösung färbte die Tropfen des Assimilationssekretes nicht, wie das auch vielfach bei Assimilationssekret, immer bei Mesekret vorkommt.

Die Assimilationssekrettropfen der *Vaucheria* zeigen aber eine Eigenschaft, welche weder bei dem Assimilationssekret noch dem Mesophyllsekret der Angiospermen von mir beobachtet wurde, und welche darauf hindeutet, daß den Oeltropfen der *Vaucheria* noch andere Substanzen im Zytoplasma beigefügt werden. Sie verhalten sich nämlich gegen Kalilauge und Ammonkali folgendermaßen:

Kalilauge 33%ig. Wurde ein öltropfenhaltiges Präparat mit dem Reagens 48 Stunden unter Deckglas eingeschlossen, so zeigte im Polarisationsmikroskop jeder Tropfen ein zu den Schwingungsebenen der Nikols um 45 Grad gedrehtes dunkles Kreuz. Durch absoluten Alkohol kann man die doppelbrechenden Tropfen sofort lösen und es treten dann vereinzelte stark aufhellende Kristalle in den Fäden hervor.

Ammon-Kali (1 Vol. gesättigte Kalilauge + 1 Vol. 25%iges Ammon). Unter Deckglas eingeschlossen. Es entstehen in den Schläuchen sehr viele, sehr stark aufleuchtende Kristalle, die sich weder in Wasser noch in Alkohol lösen.

Literatur.

SCHMITZ, die Chromatophoren der Algen. Verh. d. naturw. Ver. d. Preuß. Rheinlande und Westfalen, Bd. 40, 1883, Bonn 1882, S. 1.

BORODIN, „Kurzer Bericht über die Verhandlungen der zweiten russischen Naturforscherversammlung", gehalten zu Moskau vom 3. bis 12. September 1869. Bot. Zeitung 1869, S. 887.

BORODIN, Ueber die Wirkung des Lichtes auf die Entwickelung von *Vaucheria sessilis.* Bot. Zeitung 1878, Nr. 32—35, S. 497.

SCHIMPER, Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde. PRINGSHEIM's Jahrb. f. wissensch. Bot. 1885 Bd. 16, S. 178.

KLEBS die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. 1896, II. Teil.

FLEISZIG, Ueber die physiologische Bedeutung der ölartigen Einschlüsse in der *Vaucheria.* Dissertation, Basel, 1900.

---

28. Wilhelm Figdor: Zur Kenntnis des Regenerationsvermögens von Crassula multicava Lem.

(Mit Tafel V.)

(Eingegangen am 9. Mai 1918.)

Die Blätter der verschiedensten Pflanzen, in einem gewissen Altersstadium vom Mutterstocke abgetrennt und in Sand bzw. Erde gesteckt, besitzen bekanntlich die Fähigkeit Wurzeln und Sprosse von der Schnittfläche aus — günstige Lebensbedingungen vorausgesetzt — zu erzeugen.

Wir kennen zahlreiche Beispiele dieser Erscheinung[1]), aus der die Gärtnerei praktischen Nutzen zieht. Die Vertreter der einzelnen Familien eignen sich natürlich nicht gleich, die einen mehr, die anderen weniger gut für eine derartige, rein vegetative Vermehrung. So gelingt dieselbe z. B. bei zahlreichen Crassulaceen (Arten der Gattung *Crassula, Cotyledon, Escheveria, Sedum, Rochea* u. a.) verhältnismäßig rasch.

Auch ein Blatt von *Bryophyllum crenatum* ist nach der Mitteilung von GOEBEL[2]), wie oben erwähnt behandelt, imstande,

---

[1]) Außer der diesbezüglich bei MOLISCH: Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei (bei G. FISCHER in Jena 1916) S. 208 ff. angeführten Literatur vgl. noch GODRON D. A.; Études sur les prolifications. Mémoires de l'Académie de Stanislas. 1877. 4. Serie T. X. Nancy 1878.

[2]) GOEBEL: Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen (Bei B. G. TEUBNER in Leipzig u. Berlin 1908) S. 148.

Wurzeln und Sprosse, reine Adventivbildungen zu erzeugen, während die Assimilationsorgane von *B. calycinum* unter den gleichen Verhältnissen sich bloß bewurzeln[1]). Diese Entwicklungsmöglichkeiten sind deshalb erwähnenswert, weil bei den wenigen (5) Arten des Genus *Bryophyllum* Anlagen von Knospen und Würzelchen an präformierten Stellen der Blätter u. zw. in den Kerben des Blattrandes auftreten, die sich, sobald das Blatt von der Mutterpflanze losgelöst wird, unter ihnen zusagenden Bedingungen zu selbständigen Pflänzchen entwickeln[2]) und so eventuell der Erhaltung der Art dienen.

Einer anderen Gattung als der letztangeführten der uns hier interessierenden Familie ist Sproß- und Wurzelbildung auf Blättern normalerweise nicht eigentümlich; eine solche kann, soweit mir bekannt, mittelst des Experimentes auf Assimilationsorganen, die noch in Verbindung mit einer gesunden, unbeschädigten Abstammungsachse stehen, überhaupt nur äußerst selten hervorgerufen werden. Es gelang dies bisher allein bei den Gesneriaceen *Achimenes*[3]), (um welche Art es sich handelt, erscheint nicht angegeben) *Streptocarpus Wendlandi*[4]), *St. caulescens*[5]) und der Begoniacee *Begonia Rex.*[6]).

Es soll deshalb in den folgenden Zeilen auf eine leicht zu kultivierende Kalthauspflanze, die Crassulacee *Crassula multicava* Lem., den Vertreter einer Familie, die weder mit den Gesneriaceen noch mit den Begoniaceen nahe verwandt ist, aufmerksam gemacht werden, bei der es eine einfache Versuchsanstellung ermöglicht Adventivbildungen auf den Blättern ganz normaler Pflanzen hervorzurufen. Daß es solche waren, erhellte aus dem üppigen, freudigen Wachstum derselben.

Ich erhielt die Anregung das Regenerationsvermögen gerade dieser Art näher zu studieren infolge der mehrjährigen Beobachtung, daß vegetative Knospen regelmäßig in den Achseln der Hochblätter auftraten, die sich an den Achsen verschiedener Ordnung, aus denen die Inflorescenz zusammengesetzt erscheint, entwickelten. (S. T. V Fig. 1.) Nebenbei sei erwähnt, daß der Feuchtigkeitsgehalt der die ganze Pflanze umgebenden Atmosphäre hierbei keine Rolle spielt. Wenn die Knospen gewöhnlich zwei Laubblattpaare[1]) (ein größeres und ein kleineres, manchmal kommen auch drei zur Entwicklung) gebildet hatten, so fallen sie als vegetative Fortpflanzungsorgane ab. Auch *Crassula portulacea* Lam.[2]) zeigt nach meinen Beobachtungen ganz die gleichen Verhältnisse. SCHÖNLAND[3]) gibt blos für eine andere Art derselben Gattung (*C. cordata* Ait.) an, daß Brutknospen in der Blütenregion vorkommen, wo sie als unterständige Beisprosse entstehen; nach demselben treten auch an älteren Exemplaren von *Bryophyllum prolificum* zahlreiche vegetative Knospen in den Blütenständen[4]) auf.

---

[1]) GOEBEL: l. c. S. 149 u. MATHUSE: Über abnormales sekundäres Dickenwachstum von Laubblättern. Dissertation, Berlin 1906, S. 16.

[2]) Daß der gleiche Erfolg auch durch die Beeinflussung der Mutterpflanze direkt hervorgerufen werden kann, sei nebenbei erwähnt.

[3]) GOEBEL: l. c. S. 151.

[4]) GOEBEL: l. c.

[5]) Ich beobachtete seinerzeit bei dieser Art, die im Gegensatze zu *St. Wendlandi* vielblättrig ist, daß nach dem Abtrennen der einen Längshälfte eines Laubblattes Adventivbildungen auf der unteren Seite der Mittelrippe auftraten. Vgl. FIGDOR: Über Restitutionserscheinungen an Blättern von Gesneriaceen. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 44 (1907) S. 50.

[6]) GOEBEL: l. c. S. 152. Vgl. auch GOEBEL: Morphologische und biologische Bemerkungen. Flora oder allgemeine bot. Ztg., Bd. 92 (1903) S. 137.

Obwohl, wie erwähnt, an den Blättern irgend einer *Crassula*-Art während des ganzen Entwicklungsganges eines Individuums weder Knospen- noch Wurzelbildung jemals beobachtet wurde, wollte ich mich doch noch überzeugen, ob nicht Knospen- bzw. Wurzelanlagen bei *C. multicava* im ruhenden Zustande vorgebildet erscheinen, die nur unter gewissen, mir unbekannten Bedingungen austreiben. GOEBEL[5]) hat als solche, wenigsten für *Bryophyllum* u. a. die Unterbrechung der in den Gefäßbündeln verlaufenden Leitungsbahnen erkannt. Dieselbe läßt sich einfach entweder durch Abtrennen der Blätter von der Mutterpflanze oder mittels Durchschneiden der Hauptnerven von noch im Verbande mit der Mutterpflanze befindlichen Blättern bewerkstelligen. Wenn man sich für das ersterwähnte Vorgehen entscheidet, so treten bei unserer *Crassula*-Art, wie gewöhnlich, Adventivbildungen (Wurzeln und Sprosse) und zwar stets nur an der Wundfläche des abgeschnittenen Blattes auf, also geradeso wie bei irgendwelchen Blattstecklingen,

---

1) Die gegenständigen Blätter sind ganzrandig; in der Jugend erscheinen sie an der Spitze seicht eingekerbt.

2) Weder hier noch dort konnte ich jemals Samenbildung beobachten; es ist nach meinem Dafürhalten nicht ausgeschlossen, daß die Fähigkeit, in der Blütenregion Knospen zu bilden, im Zusammenhange steht mit einer abnormen Ausbildung des Geschlechtsapparates, die Sterilität bedingt.

3) SCHÖNLAND: *Crassulaceae* in ENGLER & PRANTLs nat. Pflanzenfamilien. III. 2a. S. 24.

4) SCHÖNLAND: l. c. S. 34 u. GOEBEL: Zu JACQUES LOEBS Untersuchungen über Regeneration bei *Bryophyllum*. Biolog. Centralblatt Bd. 36 (1916) S. 199.

5) GOEBEL: Einleitung in die experim. Morphologie usw. S. 144.

falls die Blätter entsprechend gehalten werden. Von vorgebildeten Wurzel- oder Sproßvegetationspunkten an den Rändern oder anderen Partieen der Blätter konnte ich nirgends etwas beobachten und ebensowenig, wenn die Haupt- und Nebennerven von ganz gesunden Assimilationsorganen, die noch im Zusammenhange mit der normalen Pflanze standen, an zwei oder mehreren Stellen vollkommen durchtrennt wurden. Auffälligerweise entwickelten sich nun im letzteren Falle, bei dem wohl eine Hemmung, aber nicht eine gänzliche Unterbindung des Stoffaustausches zwischen den einzelnen Teilen eines Blattes stattfand, Adventivbildungen an den einzelnen Querwunden in ganz gesetzmäßiger Weise. Falls, wie ich es gewöhnlich machte, an jedem Blatte[1]) drei angebracht wurden und zwar derart, daß das Assimilationsorgan durch das ganze Blattgewebe durchtrennende 5—10 mm lange zur Längsachse quer geführte Einschnitte annähernd gedrittteilt erschien, so entstehen Wurzeln und Sprosse immer nur an dem mittleren oder dem der Spitze zunächst liegenden Einschnitte[2]). (Fig. 2.)

Daß an jeder Wundstelle stets Wurzeln und Sprosse zur Entwicklung kamen, habe ich noch nicht beobachtet[3]). Die Pflanzen, mit denen ich experimentierte, waren bei Versuchsbeginn (18. November) durchschnittlich 15 cm hoch und besaßen 3—5 ganz entwickelte Blattpaare, von denen die drei zu unterst gelegenen operiert wurden. Während des Winters hatte sich an den Schnittflächen ein Callus gebildet, der in manchen Fällen durch Anthokyan rotgefärbt erschien und aus diesem entwickelten sich nach Verlauf von ungefähr 6 Monaten (vom Versuchsbeginn an gerechnet) die ersten Sprosse und Würzelchen. (Die Photographie wurde Ende Oktober des nächsten Jahres angefertigt.) Beide nahmen ihren Ursprung immer nur von der morphologischen Unterseite aus, also dort, wo das Phloëm der Gefäßbündel liegt u. zw. von jener Partie der Schnittfläche, die der Blattspitze zugekehrt ist. Die Sprosse, an denen die Blätter ganz normal dorsiventral ausgebildet sind, schlagen infolge mechanischer Hemmung anfänglich stets die Richtung gegen die Abstammungsachse ein und biegen erst dann, dem Lichte folgend, seitlich ab, während die Wurzeln geotropisch nach abwärts wachsen. Obwohl die Blätter fleischig sind (im ausgewachsenen Zustande werden sie ungefähr 2—4 mm dick) kultivierte ich sämtliche Versuchspflanzen immer unter Glasstürzen im Kalthause, um eine allzu starke Transpiration der Wundflächen hintanzuhalten. An den Rändern der Blätter, die ich in manchen Fällen durch sowohl der Tiefe wie auch der Richtung nach verschiedene Einschnitte verletzte, traten niemals Adventivbildungen auf. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind in den daselbst befindlichen verhältnismäßig schwachen Leitungsbahnen, insoferne sie durch die Eingriffe beschädigt wurden, zu wenig oder der Qualität nach ungeeignete Stoffe (vielleicht ist auch im Zusammenhang mit dieser die Quantität maßgebend) vorhanden, um Neubildungen hervorzurufen.

---

[1]) Makroskopisch sichtbare Achselprodukte waren an diesen zurzeit der Operation nicht vorhanden.

[2]) Aus naheliegenden Gründen würde man erwarten, daß die der Sproßachse zunächst gelegene Wunde am ehesten geeignet sein wird Adventivbildungen zu produzieren; daß dem nicht so ist, hängt vielleicht mit der Anlage von Achselknospen zusammen, die an alternden Blättern ziemlich regelmäßig auftreten.

[3]) An einem Blatte sah ich überall Wurzeln allein auftreten. (Fig. 3.)

Die eben gemachten Beobachtungen veranlaßten mich auch an abgeschnittenen Blättern, die auf Sand horizontal gelegt, demselben sanft angedrückt und feucht gehalten wurden, Durchtrennungen der Hauptnerven an mehreren Stellen vorzunehmen. Ich konnte auch an diesen ganz gleich angeordnete Neubildungen, wie sie die im Verbande mit der Pflanze gebliebenen Assimilationsorgane aufwiesen, wahrnehmen. Natürlich ist es notwendig, um den Sprossen späterhin eine beträchtliche Entwicklung in normaler Richtung zu ermöglichen, die Blätter, sobald man das Hervorbrechen der Anlagen von den Wundflächen aus beobachtet, vom Sande abzuheben und in schräger Richtung entweder wieder in Sand oder in Erde einzusetzen. Wegen der hinsichtlich des Entstehungsortes auffälligen Entwicklung der Sprosse von der morphologischen Unterseite der Blätter orientierte ich weiters Blätter invers, so daß die morphologische Unterseite nach oben gewendet erschien, bei sonst gleicher Versuchsanstellung wie eben erwähnt. In keinem einzigen Fall konnte ich eine Sproß-, geschweige denn Wurzelbildung beobachten. Ob das Licht, die abnorme Lagerung der Leitungsbahnen oder irgendwelche andere Verhältnisse hierfür verantwortlich zu machen sind, darüber möchte ich mich heute noch nicht äußern.

Weiteren Beobachtungen muß es auch vorbehalten erscheinen, ob *C. multicava* sich hinsichtlich ihres Reproduktionsvermögens anders verhält wie die übrigen Crassulaceen. Einstweilen kann ich nur mit Bestimmtheit sagen, daß *Sempervivum atropurpureum* Turcz. und *Sedum dendroideum* Moç. et Sessé nicht imstande sind Adventivbildungen auf Blättern, die sich im Zusammenhange mit normalen Pflanzen befinden, zu produzieren.

Erklärung der Tafel V.

Sämtliche Abbildungen (nach photographischen Aufnahmen in annähernd nat. Gr.) beziehen sich auf *Crassula multicava* Lem.

Fig. 1. Knospenbildungen (a, a) in den Achseln der Hochblätter des Blütenstandes.

Fig. 2. Adventivbildungen (Sprosse und Wurzeln) auf der Unterseite der Blätter, nach Durchtrennung der Hauptnerven entstanden.

Fig. 3. Bildung von Adventivwurzeln allein. Versuchsanstellung wie früher.

29. A. Pascher: Ueber diploide Zwerggenerationen bei Phaeophyceen (Laminaria saccharina).

(Mit 3 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 13. Mai 1918.)

Der Generations- resp. Phasenwechsel bei den Laminariaceen wurde zuerst von SAUVAGEAU bei *Saccorhiza* aufgedeckt und später vom gleichen Forscher bei *Laminaria flexicaulis (digitata)* und *Laminaria saccharina* sowie *Alaria* wiedergefunden. KYLIN konnte in einer kleinen Arbeit die Kenntnis des Generationswechsels bei *Laminaria digitata* ausbauen und hat außerdem in einer vor kurzem erschienenen Arbeit, die ganz gleichen Verhältnisse bei *Chorda* wiedergefunden. In dieser letzten Arbeit gibt er auch, unter hypothetischer Ergänzung fehlender Glieder, unsere Kenntnis über den Generationswechsel der Braunalgen überhaupt übersichtlich wieder und zeigt, daß sich bei den Phaeophyten die mannigfachsten Formen der Reduktion der haploiden Phase, die schließlich mit dem völligen Verlust derselben als selbständigen Generation (Fucaceae) endet, finden. Die Ausführungen KYLINs sind tatsächlich imstande, Klarheit über die verwickelten Verhältnisse zu geben.

Bei den Laminariaceen ist der Generationswechsel in der Form ausgebildet, daß der vegetative Organismus, die *Laminaria* oder *Chorda*pflanze schlechtweg, der diploiden Generation angehört, er ist der Sporophyt, bei dem, wie KYLIN an *Chorda* nachwies, die Reduktion zur haploiden Generation bei der ersten Teilung des Kernes jener Zellen stattfindet, die zu Zoosporangien werden. Die aus diesen austretenden Schwärmer sind haploid und keimen zu kleinen oft fadenförmigen getrenntgeschlechtigen Vorkeimen aus, deren männliche die Spermatozoiden, deren weibliche die Eier liefern, aus denen nach der Befruchtung, der Keimling wieder zur diploiden Pflanze heranwächst.

Eine Reihe von Beobachtungen zeigte nun, daß diese Form des Generationswechsels in Ausnahmefällen, vielleicht veranlaßt durch die Bedingungen der Kulturen, bei *Laminaria* inbezug auf die Ausbildung der diploiden Generation abgeändert werden können.

Als Material diente *Laminaria saccharina*, die mir 1912 von der biologischen Station zu Helgoland zugesendet wurde. Der Laubteil zeigte reife Sporangien, die in Meerwasser übergeführt, massenhaft Zoosporen lieferten. Hierbei wurden mittelgroße Gläser benutzt, die mit Triestiner Meerwasser gefüllt waren und darein Stücke *Laminaria*-Laubes gegeben. Die Gläser wurden dann sich selber überlassen und zeigten nach einiger Zeit üppige Kulturen jener Stadien, die nach den Untersuchungen SAUVAGEAUS und KYLINs als männliche und weibliche Gametophyten angesprochen werden müssen. Sie bedeckten als lebhafter, brauner Überzug den Boden und einen Teil der Wände der Gläser. Die Deutung dieser Stadien, lange vor den Untersuchungen der beiden Beobachter, war aber damals nicht die als Gametophyten von *Laminaria*, doch lassen die Handzeichnungen davon keine andere Deutung zu. Die männlichen Fäden waren zarter und bildeten ziemlich reich Verzweigungen aus. Die weiblichen derberen waren oft nur ein- oder wenigzellig, bildeten aber auch manchmal derbe, reichverzweigte Fäden. An diesen waren einzelne Zellprotoplasten als Eisphaeren ausgetreten und an ihnen fanden sich auch zahlreich jene Stadien, die als Keimlinge der diploiden *Laminaria*-Generation gedeutet werden müssen. Die ausgetretenen Oosphaeren waren an der Basis manschettenförmig von den vorgeschlagenen Rändern des Loches, durch das sie aus dem Oogonium ausgetreten waren, umgeben.

Nach den Skizzen erfolgte die Bildung der Keimlinge fast völlig[1]) so, wie es z. B. KYLIN für *Laminaria digitata* angibt. Die befruchtete Eizelle streckt sich, teilt sich dann; von den beiden Tochterzellen teilt sich dann zuerst die obere, dann die untere, so daß der Keimling vierzellig wird. Indem die an den oberen Zellen einsetzenden weiteren Teilungen nach unten vorschreiten, entsteht ein achtzelliger Keimling, an dem auch die ersten Längsteilungen der Zellen zu finden sind. Das Ganze steht meist

---

1) *Laminaria saccharina* ist bereits von SAUVAGEAU untersucht; da ich dessen Arbeit nicht erhalten kann, weiß ich nicht, inwieweit meine Beobachtungen sich mit seinen Ergebnissen decken.

noch auf dem entleerten Oogonium. Während nach KYLIN bei *Laminaria digitata* immer die vierte Zelle von oben die erste mit Längsteilung ist, konnte eine solche Regelmäßigkeit bei *Laminaria saccharina* in meinen Kulturen nicht gefunden werden, es war oft die dritte, manchmal die fünfte Zelle. Die Längsteilungen wiederholen sich nun, durch ebenfalls von oben nach unten vorschreitende neuerliche Teilungen streckt sich der Keimling; die unteren Zellen teilen sich viel weniger lebhaft, aus ihnen wölben sich dann die Rhizoiden vor, schließlich entsteht der flächige Keimling, der bereits deutlich die beginnende Gliederung in Stamm, Laubteil und Rhizoid zeigt. Auf die Übereinstimmung oder die Unterschiede gegenüber der von KYLIN untersuchten *Chorda filum* einzugehen, ist hier nicht der Platz.

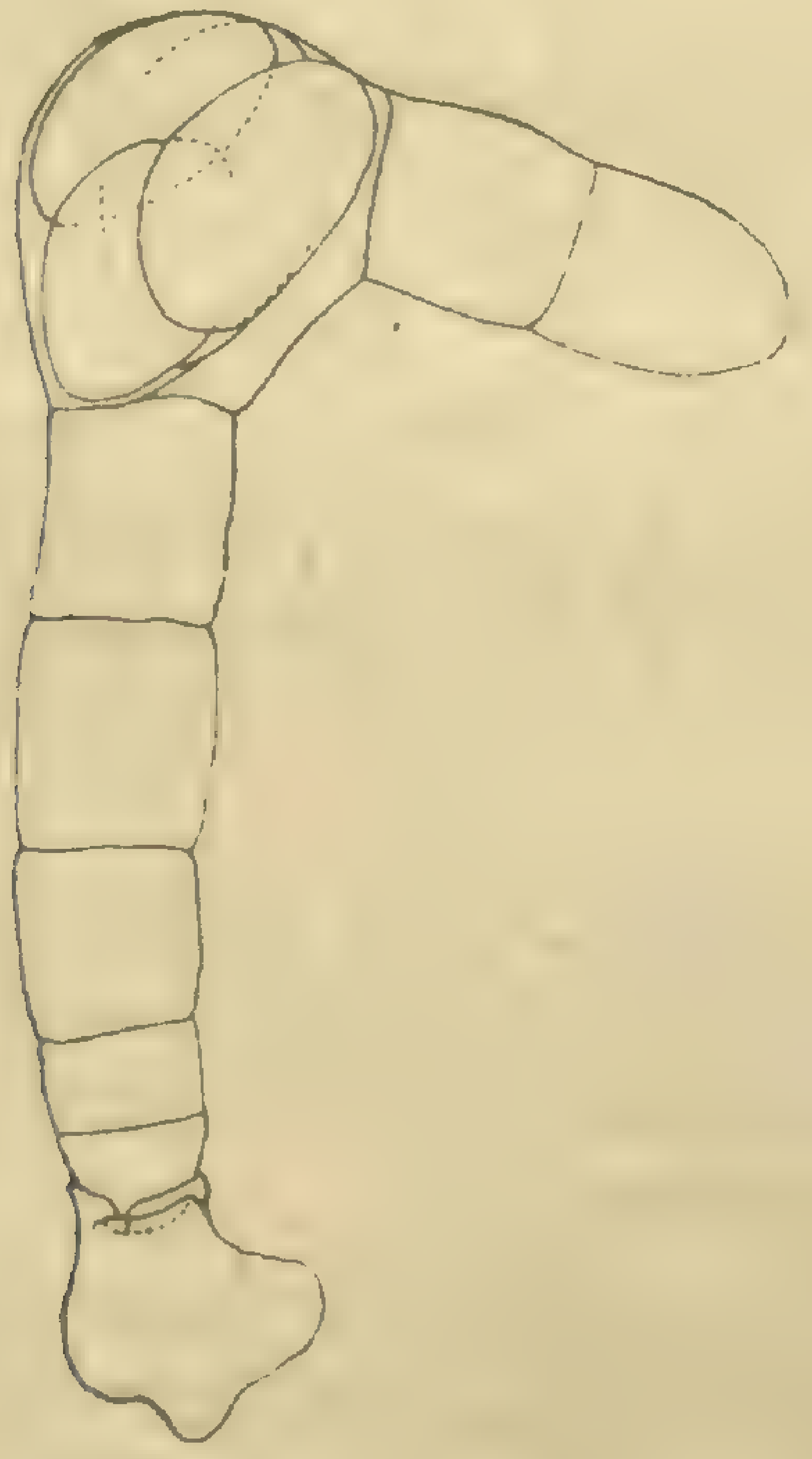
Aus diesen Keimlingen entsteht schließlich der mächtige Sporophyt. Wie KYLIN an *Chorda* zeigte, erfolgt dann die Reduktion zur haploiden Kernphase bei der ersten Teilung des Kernes in den sich bildenden Zoosporangien, die am Laubteile in einer ausgesprochenen Längszone oberflächlich gebildet werden.

In meinen Kulturen konnte nun wiederholt gesehen werden, daß in einzelnen Fällen die Ausbildung der diploiden Generation recht gehemmt ist. Normalerweise kommt es erst am mächtigen Laubteile der *Laminaria*, der sich alljährlich erneuert, zur Ausbildung der Zoosporangien.

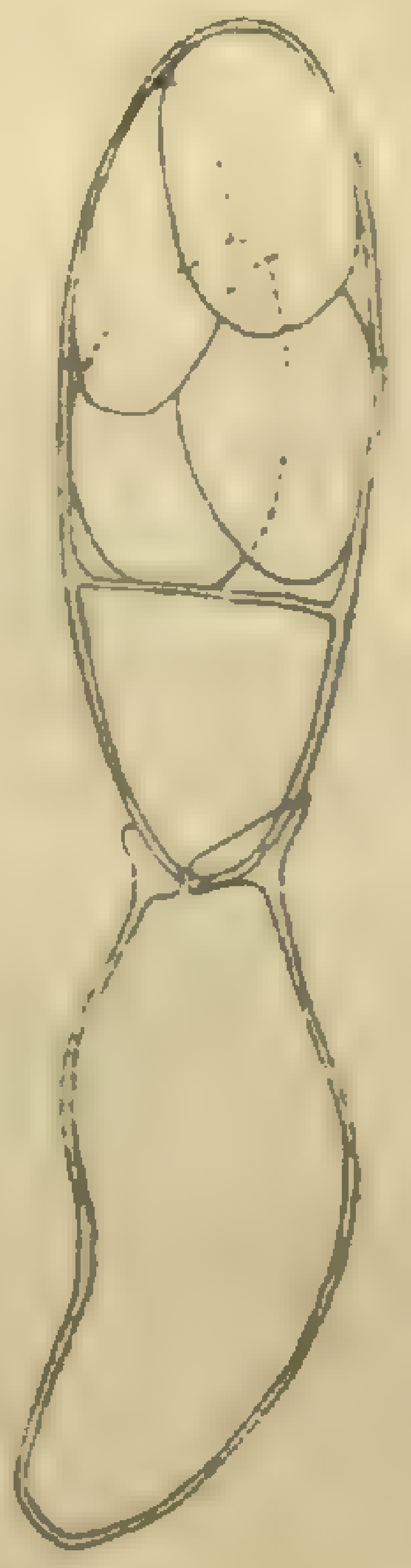
Es kamen nun häufig Fälle zur Beobachtung, in denen zur Bildung der Zoosporangien nicht erst die Bildung des vollentwickelten Sporophyten abgewartet wurde, sondern die Sporangienbildung bereits an jungen Keimlingen stattfand. So fanden sich Keimlinge, die gerade erst begannen flächig zu werden und trotzdem bereits die Zoosporangien ausbildeten. Nicht in geschlossener Folge, sondern einzelne Zellen wandelten sich in Zoosporangien um, die, wie ich wiederholt beobachtete, oft acht, oft aber auch nur vier — der geringeren Größe entsprechend — Schwärmer entließen. In allen Fällen erschienen die kleinen Keimlinge durch die Zoosporangienbildung schwer geschädigt, sie gingen regelmäßig ein. Hier erscheint also die diploide Generation der normalen Ausbildung gegenüber bereits ungemein reduziert.

Das ist noch mehr dort der Fall, wo die Zoosporangienbildung bereits an den noch fadenförmigen Keimlingen erfolgt. Ich sah einzelne achtzellige Keimlinge, bei denen gerade die erste Längsteilung stattgefunden hatte, bei denen ebenfalls einzelne Zellen zur Schwärmerbildung schritten; in manchen Fällen war es die eine der beiden Längszellen, die, stark vergrößert, sich vorwölbt, dadurch den Keimling umbog, und vier oder acht Schwärmer ausbildete. Doch war dies auch bei anderen Zellen möglich. Hier bestand die diploide Generation demnach nur mehr aus acht bis zehn Zellen.

Noch weiter ging die Reduktion der diploiden Phase dort, wo bereits am zweizelligen Keimling die obere Zelle direkt zum Zoosporangium wurde und sich genau so verhielt, wie eine Zelle des *Laminaria*-Laubes, die zum Zoosporangium werden soll. Auch hier entstanden vier oder acht Schwärmer.



1.



2.

Abb. 1. Achtzelliger diploider Keimling. An der Basis das leere Oogonium. Die eine der beiden ersten Längszellen ist zu einem uniloculären Sporangium geworden.

Abb. 2. Zweizelliger diploider Keimling, basal das entleerte Oogonium; die oberste der beiden Zellen als uniloculäres Sporangium.

Besteht hier die diploide Generation nur mehr aus zwei Zellen, so ist sie am weitesten reduziert in jenen Fällen, wo die Eizelle statt zu einem diploiden Keimlinge auszuwachsen und den *Laminaria*-Sporophyten auszubilden, auf diesem Stadium stehen blieb, sich gar nicht mehr teilte, sondern sich ohne jede Querteilung in die Länge streckte, die Chromatophoren vermehrte und sich vergrößerte. Solche Keimlinge wären bereits sehr intensiv gefärbt. Dann erfolgte wiederholte Teilung des Zellinhalts zu 2, 4, schließlich 8 oder 16 Teilstücken, die als Zoosporen austraten. Die befruchtete Eizelle war also sofort zum Zoosporangium geworden, hatte gleich die Reduktionsteilung zur haploiden Phase durchgeführt; der ganze, mächtige, diploide Vegetationskörper einer

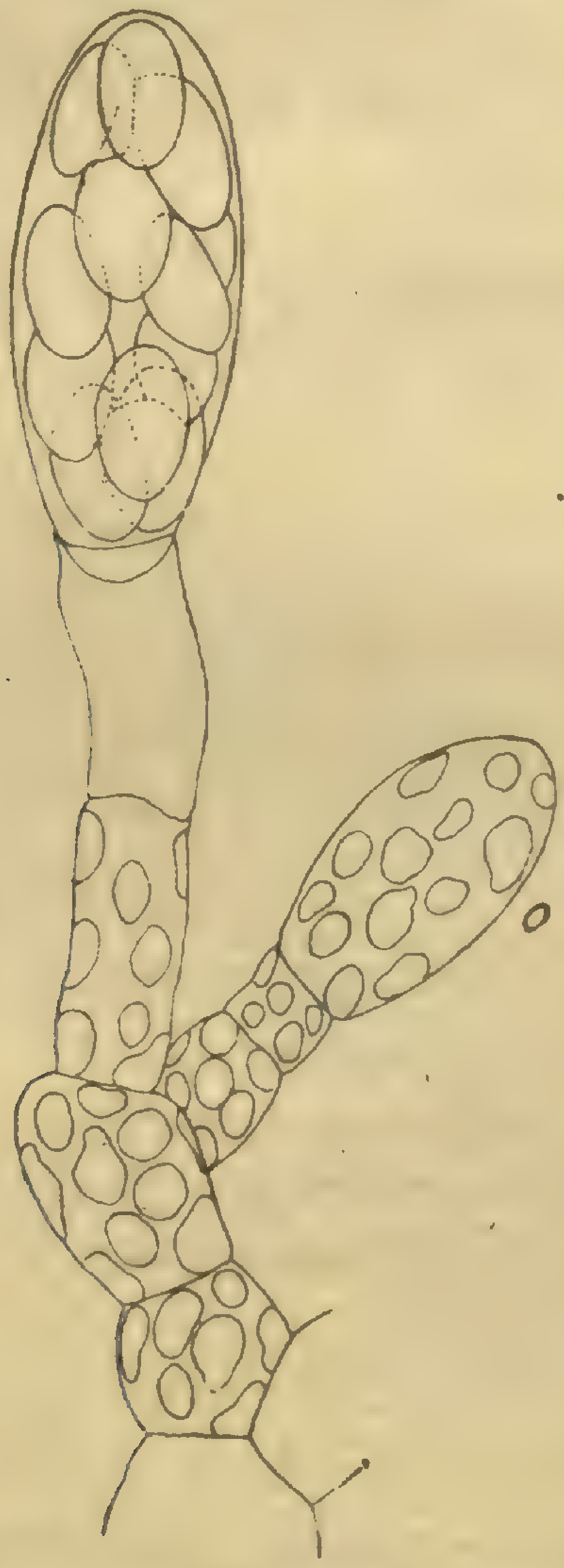


Abb. 3. Ein Stück der weiblichen haploiden Phase mit einem jungen Oogonium rechts. Dem entleerten Oogonium links sitzt ein unilokuläres Sporangium auf. Hier hat sich die befruchtete Eizelle direkt in dieses umgewandelt; die diploide Phase ist hier auf den vorübergehend diploiden Zustand der befruchteten Eizelle beschränkt geblieben.

In allen Sporangien fehlt innen die apikale Schleimkalotte; die Zoosporen sind zu wenig gedrängt gezeichnet; in Wirklichkeit sind sie nicht so locker in den Zoosporangien gewesen.

Laminaria saccharina war hier demnach völlig unterdrückt worden, der sonst so mächtige Sporophyt bestand nur mehr aus der einzigen ursprünglich haploiden, durch Befruchtung diploid gewordenen Eizelle, die sofort wieder, ohne jede Zellvermehrung in der diploiden Phase, zur Ausbildung der haploiden Zellen schritt.

Zwischen diesen Fällen und dem Generationswechsel einer iso- oder oogamen Grünalge ist also kein Unterschied. Ein dioezisches *Oedogonium*, das männliche und weibliche Fäden ausbildet, ist völlig homolog mit den beiden getrenntgeschlechtigen Gliedern der haploiden Phase einer *Laminaria.* Bei *Oedogonium* entsteht aus der befruchteten Eizelle die Oospore — daß es sich bei *Oedogonium* hier um eine Dauerzelle handelt ist nebensächlich —, die einzige vorübergehend diploide Zelle des ganzen Organismus, aus der durch Reduktionsteilung vier Schwärmer entstehen, die wieder zum vegetativen männlichen oder weiblichen Faden heranwachsen. Bei den Zwergkeimlingen der *Laminaria saccharina* entstehen ebenfalls aus der befruchteten Eizelle direkt vier oder acht Zoosporen. Der Unterschied ist nur der: bei *Oedogonium* ist die haploide Generation der Organismus schlechthin, die diploide Phase ist auch normaler Weise auf die einzige befruchtete Eizelle beschränkt, bei *Laminaria* ist die diploide Generation der Organismus schlechthin, und nur in den beschriebenen Ausnahmefällen ist sie auf die befruchtete Eizelle beschränkt, hier waltet am Organismus nur ausnahmsweise die haploide Generation vor.

Jedenfalls ist der Wechsel der völlig ausgebildeten, morphologisch verschiedenen Generationen (und wie es auch andere Fälle zeigen, betrifft dies auch die anderen Phaeophyceen) nicht im Sinne einer inneren Notwendigkeit zwangsläufig miteinander verbunden. Auch hier hängt es gewiß von bestimmten Bedingungen ab, die allerdings meist gegeben sind, ob die diploide Generation völlig ausgebildet wird; bei deren Veränderung aber eine Reduktion der diploiden Generation, die sich bis zum völligen Ausfalle steigern kann, stattfinden muß. Und darin scheint mir ein neues Belegstück für die Richtigkeit der KLEBSschen Anschauungen über den Generationswechsel zu liegen.

KUCKUCK hat in einer Arbeit, deren wesentliche Resultate er in einer neuerlichen Publikation (Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft, 1917) wiedergibt, ebenfalls Untersuchungen über Zwerggenerationen bei einer anderen Phaeophycee, *Pogotrichum* veröffentlicht. Er nennt die Erscheinung, daß „die bei der Keimung entstandenen Pflänzchen normal und reichlich Fortpflanzungsorgane erzeugen, lange bevor sie die für die systematische Stellung der Art bezeichnende volle vegetative Entwickelung erreicht haben: „Prosporie“. Nach seiner Terminologie stellten also die beschriebenen Zwerggenerationen bei *Laminaria* eine Prosporie der diploiden Phase dar. Im Falle *Pogotrichum* handelt es sich aber allem Anscheine nach um Zwerggenerationen, übrigens morphologisch distinkter Natur, nur der haploiden Phase, und ich meine deshalb mit KYLIN, daß die KUCKUCKschen Beobachtungen mit dem Generationswechsel im HOFMEISTERschen Sinne nur Äußerliches gemeinsam haben, derart, daß es sich hier um einen Fall extremer Polymorphie handelt; Bemerkenswert ist, das KUCKUCK auch bei *Ectocarpus tomentosus* und auch bei *Asperococcus scaber* Zwergausbildung der haploiden Phase beobachtete.

Die verschiedenen Formen, die der Wechsel der beiden Generationen bei den Phaeophyceen annimmt, wie sie KYLIN in seiner letzten schönen Arbeit z. T. hypothetisch festzulegen sucht, und die sich ebenfalls im Sinne einer allmählichen Reduktion der haploiden Generation gegenüber der immer bedeutsamer werdenden diploiden Generation anordnen lassen, erfahren aber durch diese hier mitgeteilten diploiden Zwerggenerationen bei *Laminaria saccharina* keine Störung. Sie zeigen nur, daß wir es weder hier, noch irgendwo anders im Pflanzenreiche, im Generationswechsel mit einer absolut fixierten Sache zu tun haben, sondern, daß der Generationswechsel, ebenso wie alle Prozesse des Lebens, in die direkte Einflußsphäre äußerer Faktoren fällt.

Literatur.

KUCKUCK, P., Über Zwerggenerationen bei *Pogotrichum* und die Fortpflanzung bei *Laminaria*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXXV. (1917).

KYLIN, H., Über den Generationswechsel bei *Laminaria digitata*. Svensk Bot. Tidsskrift, X. (1917).

— — Studien über die Entwicklungsgeschichte der Phaeophyceen. Ebenda, XII. (1918).

SAUVAGEAU, C., Sur la sexualité hétérogamique d'une Laminaire (*Saccorhiza bulbosa*). Comt. rend. soc. biol., LXV. (1915).

— — Sur les gametophytes de deux Laminaires. Comt. rend. Acad, Scienc. CLXI. (1915).

— — Sur la sexualité héterogamique d'une Laminaire (*Alaria esculenta*). Ebenda, CXLII. (1916).

— — Sur un nouveau type d'alternance des générations chez les Algues brunes (*Dictyosiphon foeniculaceus*). Ebenda, CXLIII. (1917).

Prag, Ende April 1918.

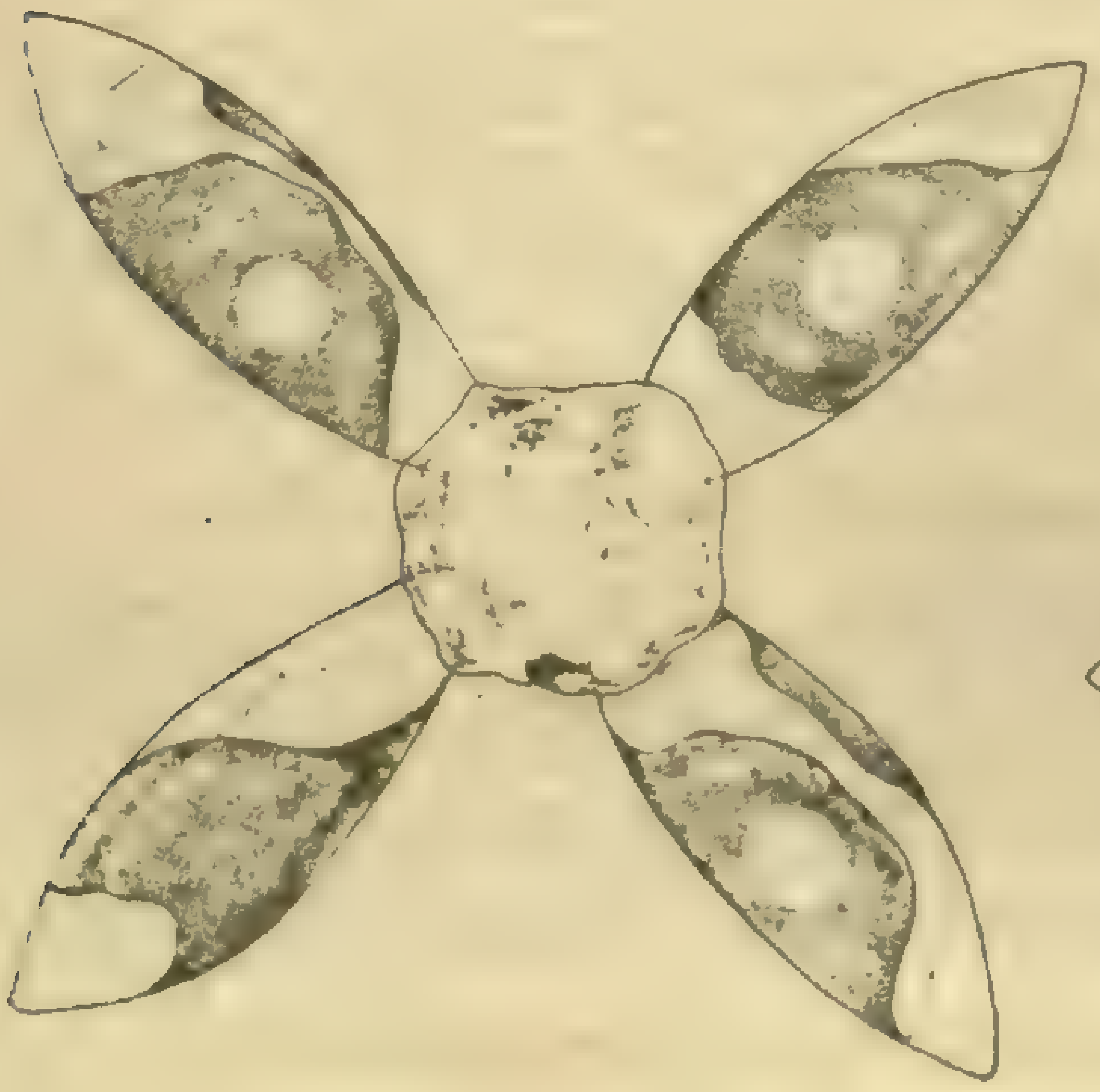
30. A. Pascher: Amoeboide Stadien bei einer Protococcale, nebst Bemerkungen über den primitiven Charakter nicht festsitzender Algenformen.

(Mit 8 Abbildungen im Texte.)

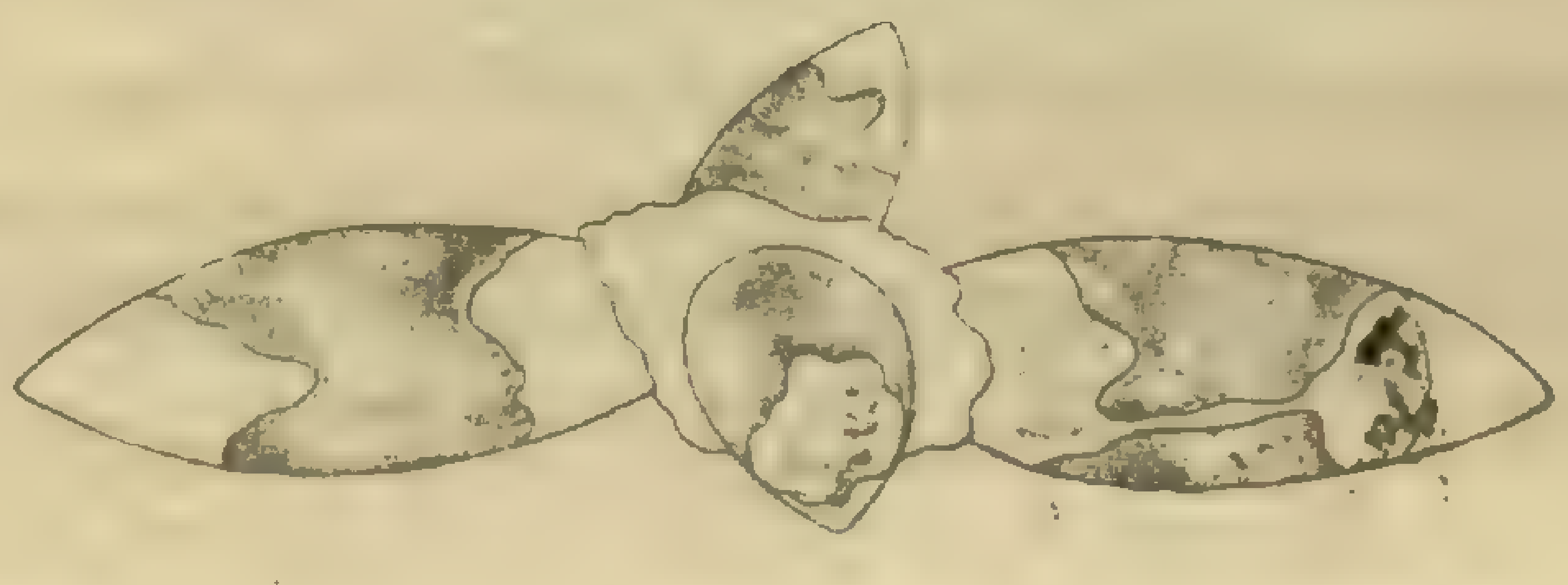
(Eingegangen am 13. Mai 1918.)

Die Kenntnis der Protococcalen ist noch lange nicht erschöpft. Ganz abgesehen davon, daß immer wieder neue, morphologisch wie biologisch interessante Typen gefunden werden (WOLOSCZINSKA, PRINTZ, TEILING) sind auch manche feinere Vorgänge der Vermehrung fast gar nicht untersucht. So sei hier eine Form besprochen, die ich als *Marthea* bezeichne.

Die vier zu einer Kolonie von *Marthea tetras* vereinigten Zellen sind sehr schön spindelig und so orientiert, wie die vier Diagonalenhälften in einem Quadrate. Zentral befindet sich ein Gallertklumpen, in dem die Einzelzellen, oft bis zu einem Viertel ihrer Länge, stecken. Die Membran der beiderseits spitzen Zellen ist sehr zart. Der Chromatophor hat die Gestalt eines ungleich breiten, aequatorialen Bandes, das der Zellwand anliegt und manchmal fast manschettenartig zusammenschließt. Ob das Pyrenoid immer vorhanden ist, vermag ich nicht zu sagen, es war meist nicht sehr deutlich zu sehen. Der Zellkern lag vollständig in der Mitte. Bei der Vermehrung bildeten sich in den Einzelzellen vier Teilprodukte, die sich unter großer Ausweitung der Mutterzellhaut



1.



2.

Fig. 1. *Marthea tetras*, ausgewachsene Kolonie von oben.
Fig. 2. *Marthea tetras*, ausgewachsene Kolonie von der Seite.

ebenfalls strahlig zusammenschlossen und die zentrale Gallertmasse bildeten. Die Bildung der Tochterkolonien erfolgte in allen vier Zellen der Kolonie gleichzeitig. Dabei verquoll die zentrale Gallertmasse, die Einzelzellen mit ihren Tochterkolonien wurden dadurch aus ihren Höhlungen gedrängt, ihre Membran verquoll unter ständiger Ausweitung immer mehr, schließlich wurden die Tochterkolonien frei.

Die Pflanze ist sehr klein, die Einzelzellen waren höchstens 12—16 μ lang und bis 5 μ dick; oft waren sie kleiner. Es ist gar wohl möglich, daß der Organismus bereits früher gesehen wurde, aber mit dem ähnlichen *Actinastrum*, das nach allen Seiten und nicht bloß in der Ebene strahlig ist und auch den zentralen Gallertklumpen nicht hat, verwechselt wurde.

Biologisch interessant ist die Tätigkeit der zentralen Gallertmasse, die als Ausstreuungseinrichtung für die Tochterkolonien arbeitet, in dem sie durch Verquellung die Einzelzellen der Kolonien mit ihren Tochterkolonien aus ihren Höhlungen herausdrängt und damit isoliert. Eine solche Einrichtung ist erst von einer einzigen Protococcale bekannt, dem *Gloeotaenium Loitlesbergerianum* Hansgirg. In der typischen Ausbildung bildet dieses kleine gallertumhüllte Kolonien mit 4 oder 8 Zellen, die durch eine zentrale, kreuzartige, gewöhnlich durch Inkrustation schwarz erscheinende Gallertmasse geschieden sind. Diese an überrieselten Felsen, an Teichrändern lebende Alge, erreicht oft eine bedeutende Größe (bis 60 μ). Wie TRANSEAU (Bot. Gaz. Bd. 55 (1913) S. 66) gezeigt hat, bildet *Gloeotaenium* bei der Vermehrung innert der Zelle vier Tochterzellen aus (Autosporen); aber frühzeitig schiebt sich zwischen sie eine derbe Gallertmasse, die frühzeitig inkrustiert und sich so sehr vergrößert, daß schließlich die Einzelzellen in den Höhlungen dieser Gallertmasse stecken. Schließlich wird die zentrale Gallertmasse viel größer als die Einzelzellen, die ihr schließlich außen ansitzen, wie eingedrückte Pflaumen dem Kuchen, um schließlich ganz herausgedrückt werden, zu einer Zeit, wo sie selber bereits wieder zur Bildung der Tochterzellen geschritten sind, die in gleicher Weise Gallerte ausbilden.

So besitzen ***Marthea*** und *Gloeotaenium* die gleiche Ausstreuvorrichtung: bei beiden wird die Ausstoßung der Tochterkolonien durch die zentrale Gallertmasse besorgt, die durch ihre Vergrößerung und Verquellung die Einzelzellen, und damit der in ihnen gebildeten Tochterkolonien aus ihren Höhlungen drückt und auf diese Weise isoliert und ausstreut. Ich meine aber nicht, daß dieser übereinstimmende biologische Apparat, auf eine engere Verwandtschaft zwischen ***Marthea*** und *Gloeotaenium* hindeutet.

Marthea besitzt auch amoeboide Stadien. In wiederholten Publikationen habe ich gezeigt, daß amoeboide Stadien bei Flagellaten sehr verbreitet sind und immer sekundär auftreten, ja daß sie sogar wie bei einigen Grünalgen (*Draparnaudia*[1]) — hier das erstemal von KLEBS aufgezeigt, *Tetraspora, Stigeoclonium, Aphanochaete)*[2]) vorkommen können. Sogar animalische Ernährung konnte ich für diese amoeboiden Stadien dieser Grünalgen nachweisen[3]). Es ist bereits bemerkt, daß bei *Marthea* die Tochterkolonien in der Weise entstehen, daß innert einer Einzelle der Kolonie vier Tochterzellen entstehen, die sich noch in der alten Zellhaut der Mutterzelle kreuzweise zur neuen Kolonie zusammenschließen. Diese durch die Teilung der Protoplasten gebildeten Tochterzellen besitzen die erste Zeit noch amoeboide Beweglichkeit. Sie verändern nicht nur innert der erweiterten Mutterzellhaut ihre Form, sondern kriechen auch mittels limax-artigen Pseudopodien in der Mutterzelle herum. Sie besitzen zwei kontraktile Vakuolen, ein deutliches Stigma, kurz, im Prinzip die Organisation der Schwärmer. Niemals werden aber, soweit ich sah, Geißeln gebildet, und niemals treten sie aus der Mutterzelle aus. Dann kommen sie zur Ruhe, behäuten sich rasch und lagern sich kreuzweise aneinander, wobei jede Zelle zentripetal ein kleines Gallertfüßchen ausbildet. Daß hier die vier Teilstücke der Protoplasten amoeboide Beweglichkeit haben, ist für die Erkenntnis der Entwickelung der Protococcalen nicht ohne Bedeutung. Die eine Reihe der Protococcalen, die

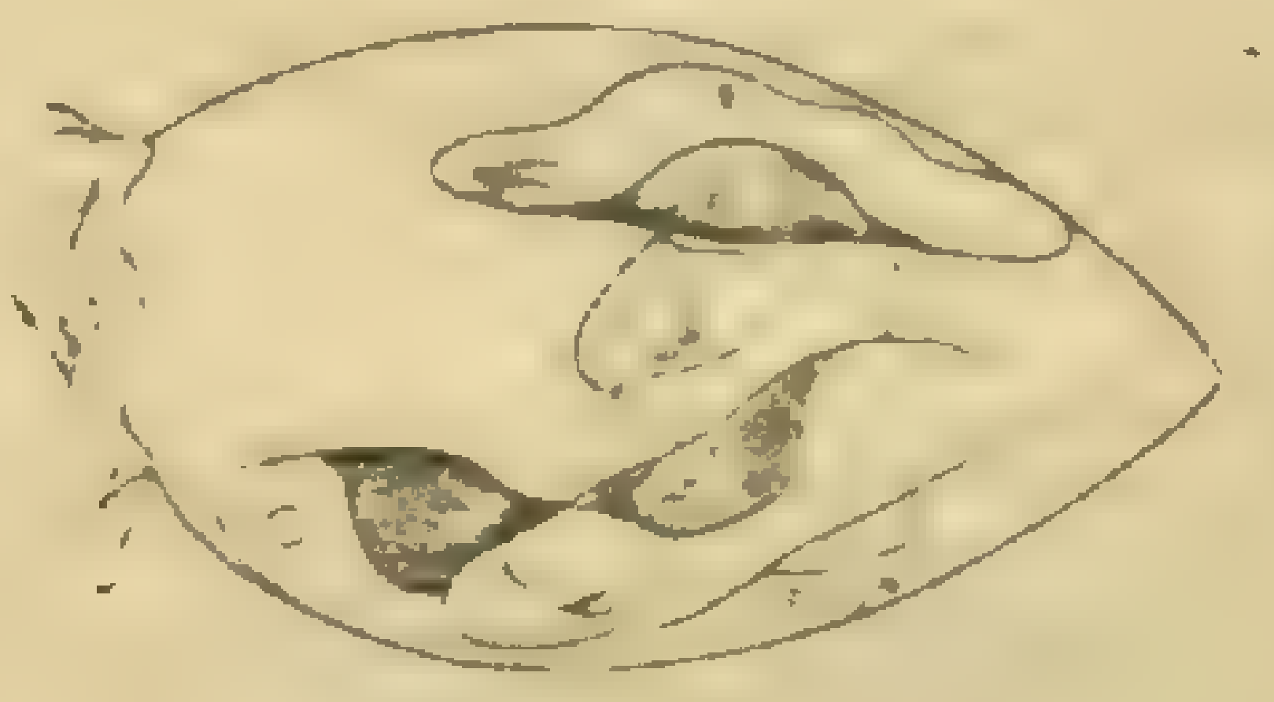


Fig. 3. Einzelzelle der Kolonie, mit vier amooboiden, in der Mutterzelle herumkriechenden Teilstücken der Protoplasten; sie treten nicht mehr als Schwärmer aus, wie bei den zoosporinen Protococcales (z. B. *Chlorococcum*), sondern werden noch in der Mutterzelle unbeweglich.

---

1) KLEBS, Bedingungen der Fortpflanzung etc. FISCHER Jena, 1896, S. 420.

2) PASCHER, Über merkwürdige amoeboide Stadien einer höheren Grünalge. Diese Berichte XXVII (1909), S. 143. — Hier auch die ältere Literatur.

3) PASCHER, Animalische Ernährung bei Grünalgen. Diese Berichte XXXIII. (1915), S. 427.

zoosporinen, vermehrt sich in der Weise, daß innert der Einzelzelle vier bis acht, oder noch mehr Schwärmer gebildet werden, die ausschwärmen und nach längerer oder kürzerer Schwärmzeit unbeweglich werden und die neuen Zellen bilden. Die andere Reihe der Protococcalen, die autosporinen, vermeidet diesen Umweg über die Schwärmer, hier wandeln sich die Teilstücke der Protoplasten ohne Schwärmer zu werden, noch innert der Mutterzellen zu neuen Tochterzellen um. Zoosporin ist *Chlorococcum*, *Characium*, autosporin *Chlorella Scenedesmus* etc. Beide Reihen stehen sich nicht unvermittelt gegenüber, Formen wie *Pediastrum*, *Hydrodictyon* und nach letzten Untersuchungen auch *Sorastrum*, bilden Übergänge, hier werden zwar noch Schwärmer gebildet, sie bewegen sich aber nur mehr wenig und immer innert der Mutterzelle und werden noch innerhalb derselben bewegungslos. *Marthea* stellt nun nach einer anderen Hinsicht ebenfalls einen Übergang zwischen den beiden Protococcalenreihen her, sie besitzt zwar keine richtigen Geißelschwärmer mehr, aber die Beweglichkeit der Tochterzellen ist zwar nicht als Flagellatenstadium, so doch noch in amoeboider Form vorhanden. So erscheint die Reduktion der Schwarmstadien bei den Protococcalen ganz allmählich vermittelt. *Chlorococcum*, *Characium* und andere vermehren sich noch durch frei werdende Schwärmer, die erst nach geraumer Schwärmzeit zu unbeweglichen Zellen werden; bei *Hydrodictyon*, *Pediastrum* usw. besitzen die gebildeten Schwärmer nur mehr geringe Beweglichkeit, treten gar nicht mehr aus der Zelle aus und werden noch innerhalb dieser unbeweglich, bilden also die unbeweglichen Zellen bereits innerhalb der Mutterzelle. Bei *Marthea* sind Schwärmer mit Geißeln überhaupt nicht mehr vorhanden, Beweglichkeit der Tochterzellen ist noch in amoeboider Form vorhanden, innert der Mutterzelle kommt es zur Bildung der unbeweglichen Zellen. Und schließlich fehlt jedes bewegliche Stadium völlig bei den autosporinen Protococcalen, bei denen sich die Protoplastenteilstücke direkt in die unbeweglichen Zellen umwandeln. (*Chlorella*, *Scenedesmus* u. v. a.)

Eine interessante Parallele zu dieser Schwärmerreduktion bei den Protococcalen ist die Reduktion der Spermatozoiden bei den Sproßpflanzen: bei Moosen, Farnen und den niederen Gymnospermen noch freibewegliche Spermatozoiden, bei den anderen Samenpflanzen aber Sperma-„Kerne“. Und auch für letztere liegen Angaben über eine mutmaßliche Beweglichkeit vor.

Es wurde früher erwähnt, daß die Bildung der Tochterkolonien so stattfindet, daß sich die Teilstücke des Protoplasten radiär zusammenlegen und hier kleine Stielchen ausbilden, die sich im Mittelpunkte der jungen Kolonie treffen. Aus diesen kleinen Stielchen, die zunächst deutlich einzeln erkennbar sind, geht die zentrale gemeinsame Gallertmasse hervor, dadurch, daß sich die Stielchen verdicken, zunächst noch die gegenseitigen Grenzen deutlich erkennen lassen, die aber dann mit der fortschreitenden Zunahme verschwinden, bis schließlich eine anscheinend einheitliche Gallertmasse entstanden ist. Diese anfänglich deutlich erkennbaren Stielchen sind völlig gleich denen, wie sie bei den Einzelzellen von *Chlorodendron, Prasinocladus, Chlorangium* usw. zu sehen sind, die sich zeitweise verfestigen.

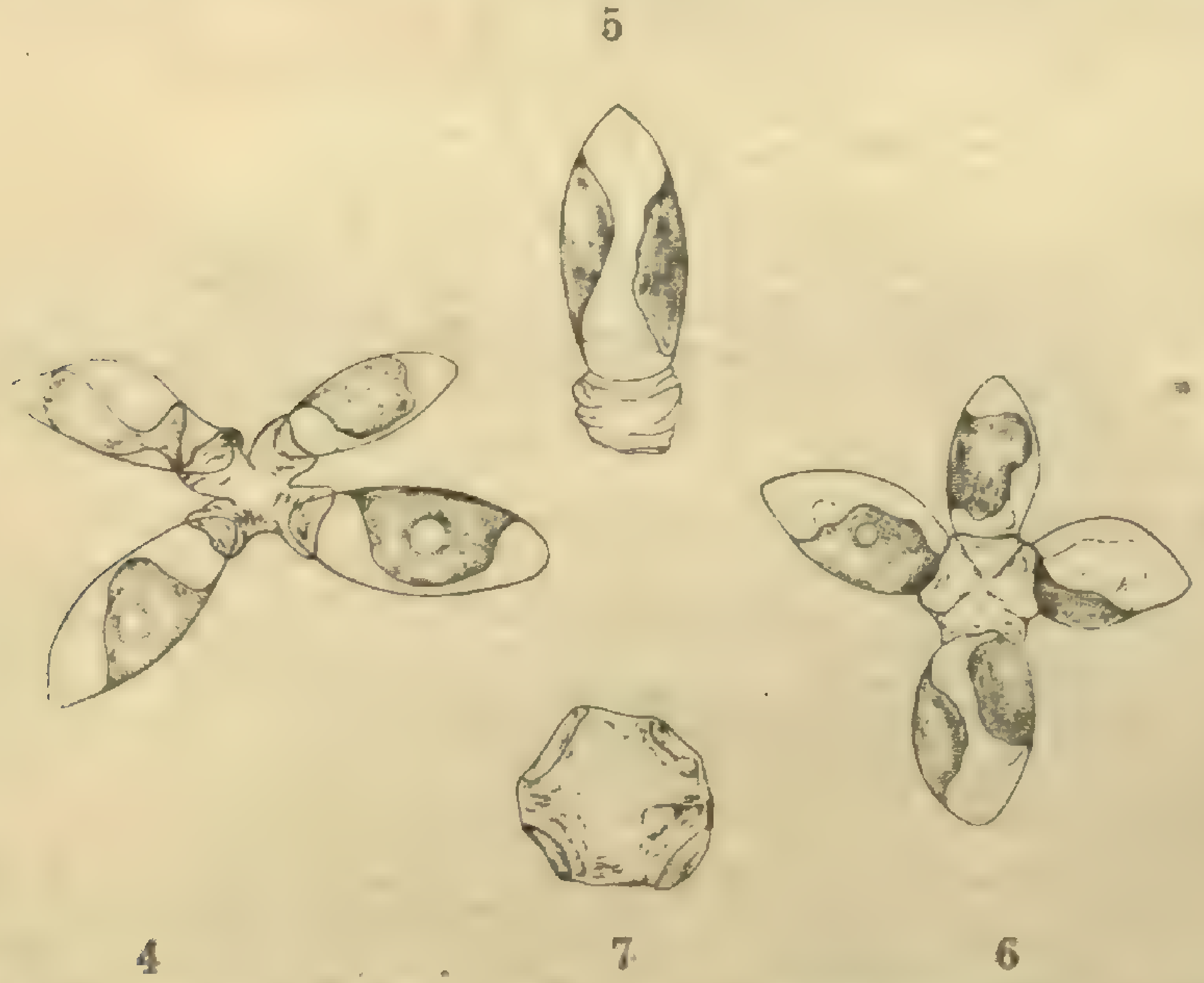


Fig. 4. Junge Kolonie (die Mutterzelle nicht mitgezeichnet); die Einzelzellen stehen durch kurze Stielchen miteinander in Verbindung und bilden eine strahlige Kolonie.

Fig. 5. Einzelzelle einer jungen Kolonie; es ist deutlich der schichtenförmige Zuwachs des Stielchens zu sehen.

Fig. 6. Ältere Kolonie, die Einzelstielchen beginnen bereits seitlich zu verschmelzen, lassen aber noch deutlich ihre Grenzen erkennen.

Fig. 7. Die Gallertstielchen völlig zur zentralen Gallertmasse verschmolzen; noch sind die Löcher zu erkennen, in denen die Einzelzellen steckten.

Diese Entstehung freischwebender Kolonien von *Marthea* durch gegenseitige Verfestigung der Einzelzellen mittels Stielchen, als einer typischen Einrichtung für festsitzende Lebensweise, gibt zu denken. Das Gleiche kennen wir bereits bei der eugleninen Flagellate *Colacium*, die ebenfalls meist festsitzend an einem kleinen Stielchen lebt, wobei manchmal entsprechend der Teilung festsitzende

Kolonien entstehen. Daneben gibt es auch planktontische Formen davon, die dadurch entstehen, daß sich die Einzelzellen von *Colacium* nicht an einem Substrate, sondern aneinander, — radiär wie *Marthea*, verfestigen. Nur bleiben bei *Colacium* die Einzelstielchen deutlich isoliert, während sie bei *Marthea* zu der zentralen Gallertmasse verschmelzen.

Nun gibt es eine Anschauungsweise, die auf Ideen WETTSTEINs zurückgeht und der auch andere Wiener Botaniker wie BRUNNTHALER, SCHUSSNIG gefolgt sind, die meint, daß freie Formen primitiver seien als sessile und aus der größeren oder geringeren Häufigkeit freier Formen innert der Algenreihen auf die größere oder geringere Ursprünglichkeit der Stämme resp. auf ihr phylogenetisches Alter schließen will, so daß Algenreihen mit viel festsitzenden Formen phylogenetisch älter anzusprechen wären, als solche mit viel freien.

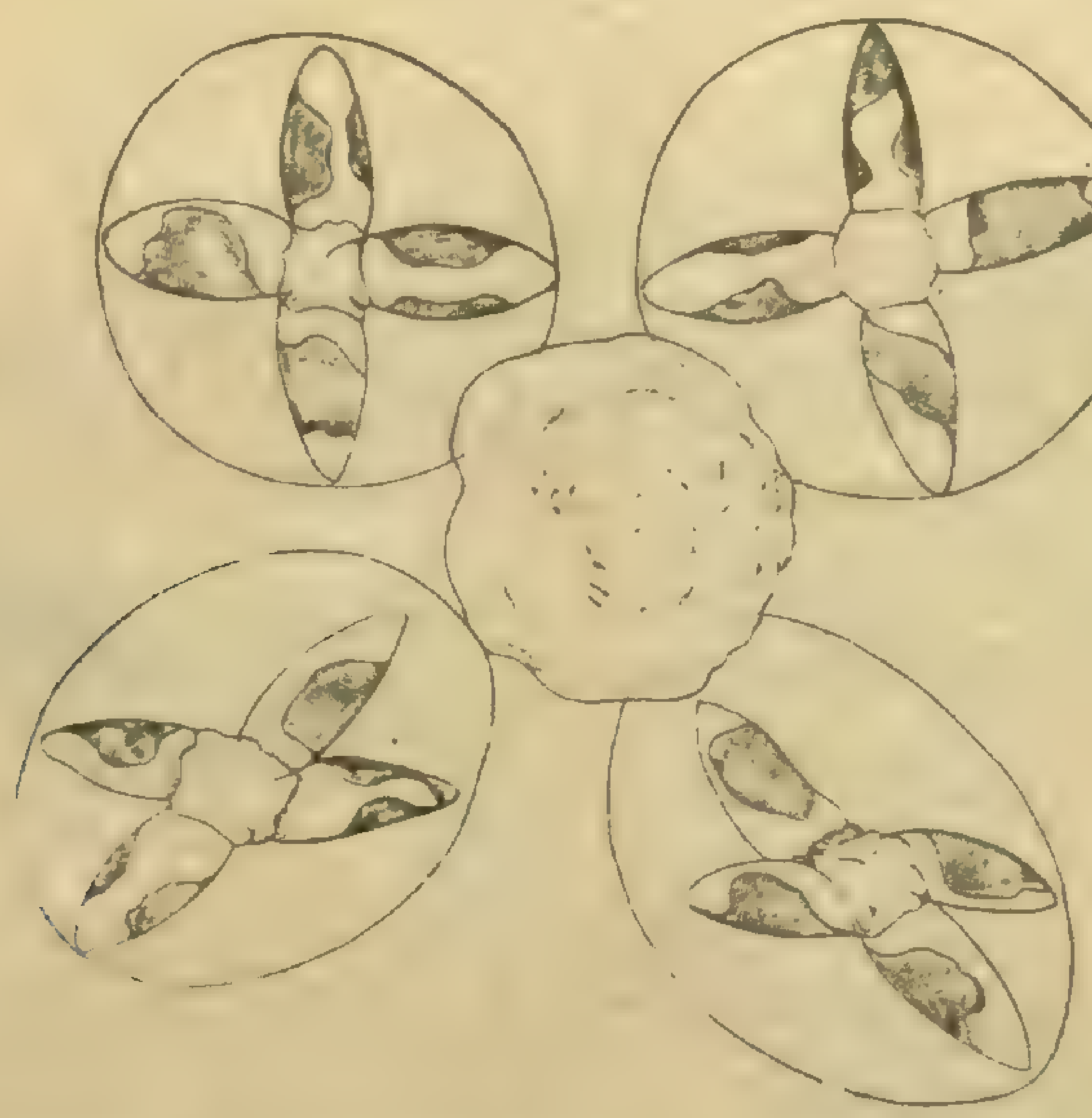


Fig. 8. *Marthea tetras.* Kolonie mit Tochterkolonien in den Einzelzellen; die Mutterzellteile durch die verquellende Gallerte fast ganz aus den Höhlungen herausgedrückt; die beiden unteren Tochterkolonien stehen schief zur optischen Achse, erscheinen daher perspektivisch verkürzt.

Ich möchte nun meinen, daß uns das Beispiel von *Marthea* warnt, diesen Ideengang ohne äußerste Vorsicht anzuwenden. Ich stehe ihm überhaupt ganz skeptisch gegenüber und möchte ihn nicht über die Flagellaten hinaus und da nur für die Beurteilung ganz nahe verwandter Arten verwenden. Es stehen ihm zu viele Bedenken gegenüber. Wir haben auch gar kein Mittel um zu erkennen, was von vorneherein frei schwebend war oder es erst später, wie allem Anscheine nach *Marthea*, wurde.

Wie vorsichtig wir mit der Einwertung „primitiver" Merkmale arbeiten müssen, zeigt das Beispiel der Rhizopoden von den Amoeben, die immer in allen Büchern vorneweg als primitiv paradieren und die doch ganz abgeleitete Organismen zu sein scheinen.

Dann läßt aber die kritisierte Anschauungsweise WETTSTEINs eine wesentliche Voraussetzung unumgänglich notwendig erscheinen, die gar nicht erwiesen, ja förmlich unwahrscheinlich ist. Es müßte nämlich angenommen werden, daß bei allen Algenreihen die Neigung, festsitzende Formen auszubilden, in gleicher Intensität vorhanden sei und sich bei fortschreitender Zeit, bei allen Reihen in gleicher Zunahme realisierte. Und selbst dies zugestanden, — haben gewiß bei den einzelnen Algenreihen die äußeren Faktoren auf die Verwirklichung dieser Tendenz sehr verschiedenen Einfluß. Doch über all das wissen wir garnichts. Daß sich die einzelnen Algenreihen aber ungeheuer verschieden verhalten, das zeigt z. B. der Umstand, daß im Meere ganz andere Algenreihen planktontisch leben als im Süßwasser resp. der Anteil der einzelnen Algenreihen am Plankton ganz verschieden ist im Meere und im Süßwasser. So wird z. B. die Rolle[1]), die die Chlorophyceen in der Bildung des Süßwasserplanktons spielen, im Meere von den Heterokonten übernommen, während zelluläre Chlorophyceen im Meeresplankton völlig fehlen. Das fällt allerdings nur auf, wenn die Algen von natürlichen Prinzipien aus betrachtet werden. Gerade dieses Beispiel verschiedenen Verhaltens der einzelnen Algenstämme in der Ausbildung gleichsinnig angepaßter Formen, läßt uns auch den Gedankengang der verschiedenen Algenstämme nach einer anderen gleichsinnigen Anpassung, hier festsitzende Lebensweise, auf ihr Alter zu betrachten, nur sehr vorsichtig verwenden.

Beschreibung von *Marthea tetras* nov. gen. nov. spec.

Koloniebildende Chlorophycee. Vier spindelige Zellen, sind radspeichenartig in Abständen von 45 ° dadurch vereinigt, daß die zentralen Enden der Zellen in einer zentralen Gallertmasse stecken. Die Membran der Einzelzellen ist zart, der Chromatophor breit manschettenartig wandständig mit einem meist undeutlichen Pyrenoid. Bei der Vermehrung bilden sich in den Einzelzellen vier amoeboide bewegliche Teilstücke des Protoplasten, die kontraktile Vakuole und Stigma haben, bald aber ihre Bewegung einstellen und sich radiär anordnen, dadurch daß jede einzelne Tochterzelle

---

1) PASCHER, Eine Bemerkung über die Zusammensetzung des Phytoplankton des Meeres, Biol. Zentralblatt, XXXVII., S. 312.

zentripetal ein kleines Stielchen bilden, so daß alle vier Tochterzellen durch diese Gallertstielchen verbunden sind. Die Gallertstielchen verdicken sich, stoßen seitlich aneinander bis schließlich eine scheinbar einheitliche zentrale Gallertmasse gebildet ist. Die erweiterten Mutterzellen werden durch die verquellende Gallerte aus ihren Stellungen gedrückt; sie verschleimen schließlich, wodurch die Tochterkolonien frei werden.

Aus dem Böhmerwalde: Altwässer der Olsch im südlichen Böhmerwalde.

Prag, Beginn Mai 1918.

31. M. v. Derschau: Ueber disperme Befruchtung der Antipoden bei Nigella arvensis.

(Mit Tafel VI.)

(Eingegangen am 16. Mai 1918.)

Nach TRETJAKOW[1]) und HEGELMAIER[2]) kommen bei *Allium odorum* nach stattgehabter normaler Befruchtung auch Antipodenembryonen zur Entwicklung, welche mit den normalen in der Ausbildung gleichen Schritt halten. Sie entwickeln sich ohne daß je ein Pollenschlauch in dem haustorialen Gewebe der Chalaza beobachtet wurde. HEGELMAIER bezeichnet es nun als den gewöhnlichsten Fall von Polyembryonie, wenn ein Normal- und ein Antipodenvorkeim gebildet werden, dabei aber aus irgend einem Grunde der Normalkeim verkümmert, und schrumpft. Dies könne vortäuschen, daß ein Antipodenvorkeim in einer unbefruchteten Samenknospe sich entwickelt habe. — Andererseits stellte HEGELMAIER fest, daß bei seinem gesamten Material kein einziger Antipodenvorkeim zu annähernder Reife gelangte. Bei *Fritillaria* konnte ich ähnliche Verhältnisse konstatieren. Es kommen bekanntlich normale Embryonen zu annähernder Reife, die nach einiger Zeit ebenfalls verkümmern. Die Antipoden bestehen aber noch einige Zeit fort, verkümmern aber dann ebenfalls. Die Ur-

---

1) Die Beteiligung der Antipoden in Fällen der Polyembryonie bei *Allium odorum* L. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 13. 1895.

2) Zur Kenntnis der Polyembryonie von *Allium odorum* L. Bot. Ztg. 55. 1897.

sache hierfür ist noch unbekannt, und stehen uns also Hypothesen zur Verfügung. Vielleicht könnte zur Erklärung dienen, daß bei unseren einheimischen Fritillarien in einer bestimmten Entwicklungsphase des Embryos ein Abstieg der disponiblen Nährstoffe wieder nach der Zwiebel hin, stattfindet. Fast gleichzeitig hiermit beginnt das Absterben der oberen vegetativen Teile, daß sich mehr und mehr nach unten fortsetzt. Ähnlich verhält es sich bei *Yucca*. *Lilium croceum* und den anderen Monokotyledonen.

Das Vorkommen von Pollenschläuchen in der Chalaza scheint schon verschiedentlich beobachtet zu sein, doch fand ich in der mir zur Verfügung stehenden Literatur nur wenig darüber angegeben. MANN[1]) gibt das Wachsen von Pollenschläuchen durch das haustoriale Gewebe der Chalaza bei *Myosurus minimus* an, was ja immerhin auf eine physiologische Gleichwertigkeit der Antipoden mit den sexualen Zellen hindeutet. Auch WINKLER[2]) bemerkt, daß eine Antipodenbefruchtung gelegentlich vorkommen mag. Die langgestreckten Zuleitungszellen die WESTERMAIER[3]) besonders bei *Nigella* im chalazalen Ende ausgeprägt fand, dürften das Wachstum der Pollenschläuche besonders begünstigen.

Im Winter 1916/17 hatte ich viel Material von *Nigella arvensis* zur Verfügung, das mir in liebenswürdigster Weise von Herrn Professor STAUFFACHER-Frauenfeld überlassen wurde. Normale Embryonen waren verhältnismäßig wenig vorhanden, die meisten waren früh verkümmert. Die Antipoden zeigten aber stets üppigste Entwicklung in den verschiedensten Phasen, ohne daß, wie auch HUSS[4]) bereits beobachtete, irgend ein Reiz eines Pollenschlauches in Anspruch genommen zu werden brauchte, und ich mich ebenfalls damit zufrieden stellte, daß ein Anreiz durch normale Befruchtung auch die Antipoden in ihrer Entwicklung fördere. Erst als mein Material zur Neige ging, erhielt ich schließlich Samenanlagen die eine Befruchtung der Antipoden, und zwar eine disperme, sicher stellten.

---

1) The embryosac of Myosurus minimus. Transactions and Proceedings of the bot. Society of Edinbourgh. 1892.

2) Über Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreiche. Progr. rei bot. II. 1908.

3) Zur Embryologie der Phanerogamen, insbes. über die sogenannten Antipoden. (Nova acta der Kais. Leopold. Carol. deutsch. Akad. d. Naturf. Bd. LVII. 1890.

4) Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Antipoden. Diss. Zürich 1906.

Fig. 1 zeigt das Stück eines Pollenschlauches im haustorialen Chalazagewebe mit einem ♂ Kern oberhalb der Antipoden. Ein anderes Präparat ließ den Pollenschlauch schon der Antipode anliegend, erkennen. Der eine ♂ Kern ist bereits in das Plasma der Antipode eingedrungen, während der andere sich noch im Tubus befindet (Fig. 2) im Begriffe ebenfalls in die Antipode einzudringen. In einem weiteren Stadium sehen wir zwei ♂ Kerne dem Antipodenkern anliegen. (Fig. 3.) Fig. 4 zeigt den Spermakern und den Antipodenkern in stärkerer Vergrößerung, man kann hierbei den Übertritt von Oxy- und Basichromatin aus dem ♂ Kerne beobachten. Der Nukleolus ist durch einen Fortsatz („innere Brücke") mit dem Kerne verbunden. Auch er wird an den übertretenden Bestandteilen des ♂ Kernes partizipieren. Fig. 5—6 zeigen ♂ Kerne in bereits stark entwickelten Antipoden. — Das gleichzeitige Eindringen zweier ♂ Kerne in die Eizelle beobachtete NĚMEC[1]) bereits bei *Gagea*, woran er die Möglichkeit knüpfte, daß hierdurch eine Grundlage für die Entstehung neuer Rassen denkbar wäre. Für die Antipoden dürfte eine solche Möglichkeit wegen der bald einsetzenden Degeneration derselben jedenfalls ausgeschlossen sein, ganz abgesehen davon, daß bei den nunmehr triploid gewordenen Kernen, Teilungsunregelmäßigkeiten die Folge sein könnten, wie wir sie ja bei den Teilungsvorgängen des Endosperms genügend kennen.

Auerbach, Hessen, im Januar 1917.

---

[1]) Über die Befruchtung bei *Gagea*, Bull. intern. de l'Academie des Sciences de Bohême, 1912.

Erklärung der Tafel VI.

Fig. 1. Pollenschlauch in dem Chalazagewebe mit einem ♂ Kern über der Antipode.

„ 2. Pollenschlauch der Antipode anliegend, der eine ♂ Kern bereits im Plasma der Antipode, während der andere sich noch im Pollenschlauch befindet.

„ 3. Zwei ♂ Kerne liegen dem Antipodenkern an.

„ 4. Antipoden- und Spermakern in stärkerer Vergrößerung; Übertritt von Oxy- und Basichromatin aus dem ♂ Kern.

„ 5—6. Spermakerne in bereits stark entwickelten Antipoden.

32. M. Möbius: Merkwürdige Zeichnungen auf Marantaceenblättern.

(Mit Tafel VII und 1 Textabbildung.)

(Eingegangen am 18. Mai 1918.)

In einem Aufsatz über nutzlose Eigenschaften an Pflanzen und das Prinzip der Schönheit, der 1906 in diesen Berichten erschienen ist, habe ich Betrachtungen darüber angestellt, daß an Pflanzen wie auch an Tieren vielfach durch Form oder Farbe oder beides zusammen ornamentale Bildungen entstehen, d. h. solche, die wir nur als Schmuck auffassen können, von denen wir aber keinen Vorteil für den sie tragenden Organismus ergründen können. Es wird dies wohl allgemein zugegeben für die Muschel- und Schneckenschalen, deren viele ganz besonders „schöne" Farben und Formen zeigen. Für den Schmuck im Gefieder der Vögel und im Aeußeren anderer höherer Tiere hat DARWIN bekanntlich in der sogen. geschlechtlichen Zuchtwahl eine Erklärung gesucht, und die von uns bewunderten Formen und Farben der Blüten will man als Anlockungsmittel für die sie bestäubenden Insekten erklären. Das Unbefriedigende dieser Erklärungsversuche wird von vielen zugegeben, und es ist wahrscheinlicher, daß alles auf ein Prinzip zurückzuführen ist, das ich damals als das Prinzip der Schönheit bezeichnet habe, allerdings mit dem Bewußtsein, daß damit unser Wunsch nach Verständnis noch nicht befriedigt ist, weil wir die Bedeutung dieser Schönheit für das Leben der Organismen und für die Natur überhaupt noch nicht einsehen. Zu hoffen ist auch, daß manches, was bisher als unerklärlich angenommen wurde, noch als eine Anpassung des Organismus an die Umgebung erkannt wird, wie z. B. STAHL unterdessen die grüne Farbe der Pflanzenblätter als ein Resultat der Anpassung an die am meisten in Betracht kommenden Lichtstrahlen des Himmelsgewölbes zugunsten der Assimilation erklärt hat.

STAHL hat sich auch bemüht, die Erscheinung der bunten Laubblätter auf Anpassungen physiologischer Natur zurückzuführen, und besonders der Transpiration einen gewissen Einfluß auf die Entstehung der Buntblättrigkeit zugeschrieben[1]). Mit diesem Gegenstand, den bunten Laubblättern, wollen wir uns nun auch beschäftigen, aber speziell mit solchen gefleckten Blättern, auf denen ganz bestimmte Figuren durch die Farbenunterschiede entstehen. Dies finden wir in höchst auffallender Weise bei gewissen Marantaceen, besonders Arten der Gattung *Calathea,* bei denen auf die einheitliche Blattfläche ein gefiedertes Blatt aufgemalt zu sein scheint und zwar so, daß die Spindel des „gemalten“ Fiederblattes mit der Hauptrippe des wirklichen Blattes zusammenfällt. (Vgl. Tafel VII) Schon lange habe ich mich bei Betrachtung dieser merkwürdigen Pflanzen im hiesigen Palmengarten gefragt, welche Bedeutung die sonderbare Zeichnung wohl für sie haben könnte, bin aber leider zu einem völlig befriedigenden Resultat noch nicht gekommen. Wenn ich es trotzdem unternehme, hierüber etwas mitzuteilen, so geschieht es, um wenigstens der Sache soweit nachzugehen, als es möglich erscheint, und dabei nicht bloß eine anatomische Erklärung, sondern auch ein gewisses Verständnis für die Entwicklung zu erlangen und um in Hinsicht auf die Bedeutung eine Bestätigung des früher von mir in dem erwähnten Aufsatz Gesagten zu liefern; zugleich möge die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf diese Erscheinung gelenkt werden, damit auch sie sich an einer Lösung des Problems versuchen.

---

[1]) Ueber bunte Laubblätter (Annales du Jard. bot. de Buitenzorg. 1896. Vol. XIII. p. 137—216.)

Bei solcher Absicht dürfte es genügen, wenn nur einige wenige Arten, die als typische Beispiele gelten können, untersucht und besprochen werden, wenn ich mich also beschränke auf die Formen, die im Palmengarten gezogen werden, dessen Direktion ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank für Ueberlassung des Materials ausspreche.

Was getan werden kann, um dem Verständnis der Erscheinung näher zu kommen, scheint mir folgendes zu sein. Erstens ist zu untersuchen, auf welchem Wege sie zustande kommt und zwar zunächst ontogenetisch, d. h. auf welchen anatomischen Eigenschaften die Färbungsunterschiede beruhen, sodann aber, wie sich die scheinbar planvolle Zeichnung von einer einfacheren, mehr zufälligen Fleckenbildung ableiten läßt, wie wir uns also ihre phylogenetische Entstehung denken können Zweitens ist zu fragen, ob wir einen Nutzen dieser Zeichnung ausfindig machen können, so daß wir sie als eine Anpassung an die ökologischen Verhältnisse betrachten können, und wenn dies nicht der Fall ist, welche Ursache wir für ihre Entstehung annehmen dürfen.

Bevor wir auf die Entstehung der Flecke in anatomischer Beziehung eingehen, sei kurz geschildert, wie der Bau des Blattes bei den untersuchten *Calathea*-Arten beschaffen ist. Die Epidermis besteht auf beiden Seiten aus flachen Zellen, die mit mehr oder weniger stark gewellten oder sogar zackigen Seitenwänden ineinander greifen, wie es sonst mehr bei Dikotylenblättern gefunden wird. Auf beiden Seiten ist ein großzelliges Hypoderma vorhanden, auf der Oberseite meistens bedeutend größer als auf der Unterseite, dessen Zellen mehr oder weniger reich an Kristallen von Kalkoxalat sind. Das ganze Assimilationssystem ist in der Regel nur so dick wie das Hypoderma der Oberseite und besteht aus drei oder mehr Schichten, deren oberste mehr oder weniger deutlich als Pallisadengewebe ausgebildet ist. Spaltöffnungen finden sich sehr zahlreich auf der ganzen Unterseite und der Mittelrippe der Oberseite, auf der Fläche der Oberseite aber nur vereinzelt. Auf der Unterseite ist über jeder Spaltöffnung das Hypoderma durch eine große Atemhöhle unterbrochen.

In der monographischen Bearbeitung der Marantaceen durch SCHUMANN (Das Pflanzenreich, herausg. von A. ENGLER, IV. 48) finden wir auf Seite 4 die Angabe, daß bei den Blättern, die auf hellerem Grunde dunklere Flecken zeigen, die letzteren dadurch hervorgerufen werden, daß hier die Zellen reicher an Chlorophyll sind. Dies ist nur teilweise richtig und war unter den von mir untersuchten Blättern nur der Fall bei *Calathea Lindeni, Makoyana* und *Veitchiana.* Die Chlorophyllkörner sind bei *Calathea* im normalen Zustand auffallend große, kugelige oder linsenförmige Ballen, die manchmal die Zelle ganz zu erfüllen scheinen. (Text-Fig. 6.) In dieser Form treten sie hier auch an den dunkler grünen Stellen auf, während an den helleren Stellen weniger Chlorophyllkörner und diese von geringerer Größe vorhanden sind. Aber dieser Unterschied bedingt nur zum Teil den äußeren Farbenunterschied. Denn außerdem finden wir an den dunkleren Stellen die oberste Schicht des Assimilationsgewebes als deutliche Pallisadenzellen ausgebildet, auch die zweite Schicht noch etwas senkrecht zur Oberfläche gestreckt, in Form von sogen. Trichterzellen, an den helleren Stellen sind aber in beiden Schichten die Zellen mehr abgerundet. Denkt man sich also die Zellen der obersten Schicht als Blasen mit elastischer Wand, so sind sie an den dunkleren Stellen senkrecht zur Oberfläche ausgezogen, daher hier hoch und schmal, an den helleren Stellen zwar auch mit der Längsachse senkrecht zur Oberfläche gerichtet, aber mehr eiförmig gestaltet. Dadurch kommen also auf die Flächeneinheit an ersterer Stelle zahlreichere und größere Chlorophyllkörner als an letzterer, außerdem dringt das aus dem Blatt reflektierte Licht durch eine größere Zahl über einander stehender Chlorophyllkörner da, wo die Zellen richtige Pallisaden darstellen. Als dritter Umstand kommt hinzu, daß die zweite Schicht des Assimilationsgewebes da, wo die Zellen trichterförmig gebildet sind, größere Lufträume einschließt als da, wo die Zellen mehr gleichmäßig abgerundet sind. Es bildet sich also unter der Schicht, die das meiste Chlorophyll enthält, durch totale Reflexion des Lichtes an diesen zahlreichen Lufträumen eine spiegelnde Fläche, die den grünen Widerschein verstärkt.

Daß die Form der Zellen allein schon genügen kann, um einen großen Unterschied im Ton des Grüns hervorzubringen, zeigt uns das Blatt von C. LIETZEI, bei dem ich keinen Unterschied in der Beschaffenheit der Chlorophyllkörner an den dunklen und hellen Stellen bemerken konnte. An den ersteren sind die obersten Zellen des Assimilationsgewebes als deutliche Pallisadenzellen ausgebildet, die vier- bis fünfmal höher als breit und ebenso hoch wie die Hypodermazellen sind. Die zweite Lage ist in Form von Trichterzellen entwickelt, und die dritte Lage bilden quergestreckte Zellen, die an den Stellen, wo sie aneinander stoßen, am dünnsten, also etwas in Fortsätze ausgezogen sind. Während also die Zellen der obersten Schicht dicht aneinander schließen, entstehen zwischen denen der zweiten und dritten Schicht größere Interzellularen: es liegt demnach eine Luftschicht unter den am meisten Chlorophyll führenden Zellen und verstärkt die Wirkung der zahlreichen Chlorophyllkörner. An den hellen Stellen besteht das Assimilationsgewebe ebenfalls aus drei Schichten, die Zellen der obersten sind zwar etwas pallisadenförmig gestreckt, aber kürzer und abgerundeter, und ebenso sind die der zweiten und dritten Schicht mehr allseitig abgerundet. Auf diese Weise werden an den helleren Stellen die Zellen gleichmäßiger vom Licht durchstrahlt, und es werden viel weniger Chlorophyllkörner auf dem gleichen Raum von den Lichstrahlen getroffen. (Vgl. Text-Fig. 4 u. 5.)

Bei den bisher genannten Arten handelt es sich um einen Unterschied in der Intensität der chlorophyllgrünen Färbung: die hellen Stellen sind hell-grasgrün, die dunkeln schön dunkelgrün wie etwa die Blätter von *Buxus* oder *Ilex*, und es treten verschiedene, dazwischen liegende Farbentöne auf. Bei der anderen Gruppe sind die hellen Stellen mehr oder weniger graugrün mit silberigem Glanz und zeigen nur die dunkeln Stellen das reine Chlorophyllgrün. Wie zu erwarten, handelt es sich also hier nicht um einen Unterschied im Chlorophyllgehalt der Zellen, sondern es wird die hellere Färbung hauptsächlich dadurch hervorgebracht, daß sich eine Luftschicht zwischen das Hypoderma der Oberseite und das Assimilationsgewebe einschiebt. Dazu kann kommen, daß das

Hypoderma der Oberseite an den hellen Stellen niedrigere Zellen besitzt als an den dunkleren, wodurch der Effekt noch verstärkt wird. Diese Verhältnisse zeigen uns *C. Oppenheimiana, Chantrieri* und *Wiotiana.* Die Entstehung der hellen Flecke durch Lufteinschluß hat für die Marantaceen schon HASSACK[1]) festgestellt, und auf seine Beschreibung und Abbildungen (besonders Fig. 5a und 5b und 10) kann hier verwiesen werden. Wir wollen aber in *C. Chantrieri* hier doch ein Beispiel kennen lernen. Die dunkeln Flecke, die ein gefiedertes Blatt mit schmalen, spitzen Fiedern darstellen, erscheinen nur auf der Oberseite und verschwinden hier auch bei durchfallendem Licht. Schon daraus geht hervor, daß hier kein Unterschied im Chlorophyllgehalt an den hellen und dunkeln Stellen vorhanden sein kann. An den grünen Stellen ist das Blatt etwa 0,37 mm dick, an den hellen nur etwa 0,29 mm. Der Unterschied der Maße beruht hauptsächlich auf der verschiedenen Höhe der Hypodermazellen der Oberseite. An den grünen Stellen schließen sich die Pallisadenzellen dicht an die Hypodermazellen an und sind

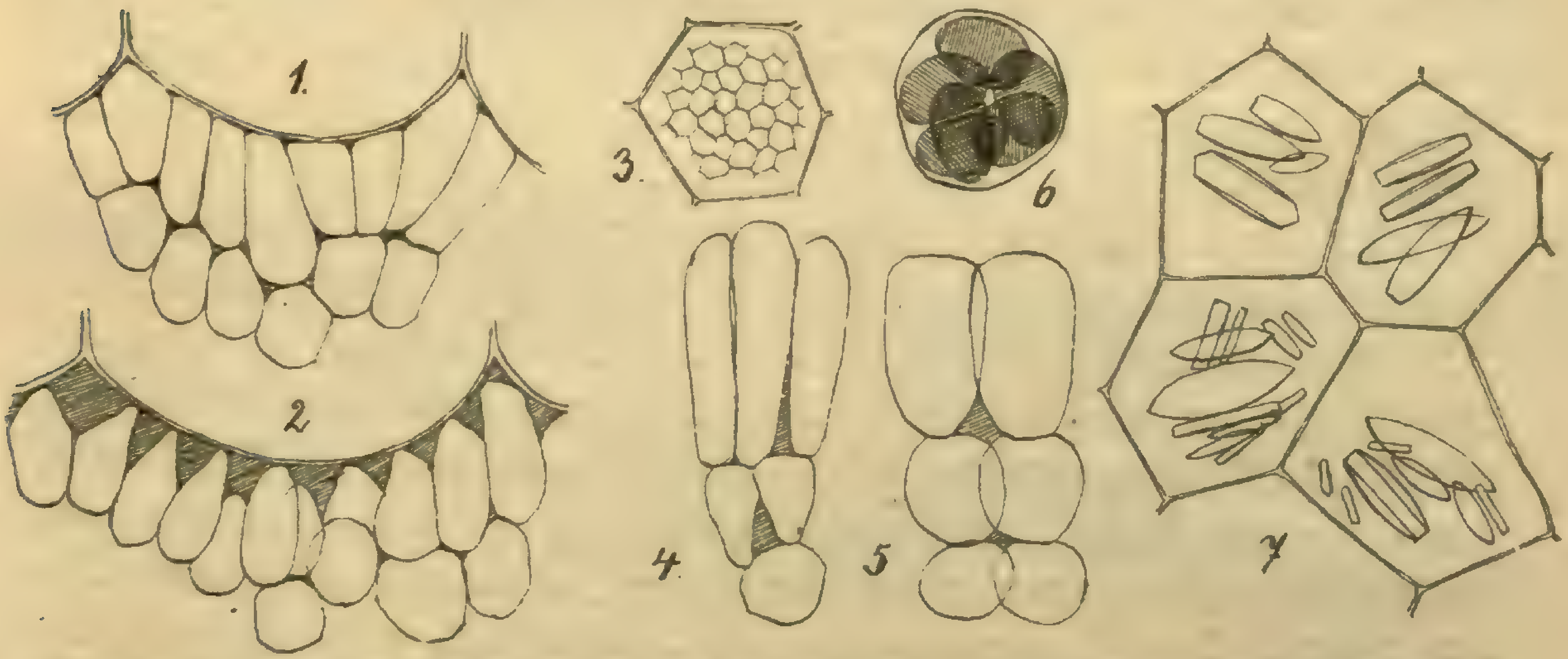


Fig. 1—3. *Calathea Chantrieri.* 1—2 Blattquerschnitt. 1. Unterer Teil einer Hypodermazelle mit angrenzenden Pallisadenzellen, von einer dunklen Stelle des Blattes. 2. Dasselbe von einer hellen Stelle, die Intercellularräume sind schraffiert. 3. Eine Hypodermazelle mit dem Netz der angrenzenden Pallisadenzellen, von unten gesehen, schwächer vergr. als 1 u. 2. Fig. 4—6. *Calathea Lietzei.* 4—5 Blattquerschnitt. 4. Assimilationsgewebe von einer dunklen Stelle. 5. Dasselbe von einer hellen Stelle. 6. Zelle des Schwammparenchyms mit Chlorophyllkörnern. Fig. 7. *Calathea Chantrieri.* Vier Hypodermazellen der Oberseite mit Kristallen, von der Fläche gesehen.

---

[1]) Untersuchungen über den Bau bunter Laubblätter usw. (Bot. Centralblatt 1886, 7. Jahrg. Bd. 28, S. 84 ff. mit Taf. I.)

auch unter einander dicht verbunden, so daß sehr geringe Interzellularen entstehen. An den hellen Stellen spitzen sich die Pallisadenzellen nach oben zu, so daß sie hier unter sich aus einanderweichen und auch nur mit den Spitzen die Hypodermazellen erreichen. (Text-Fig. 1 u. 2.) Es entstehen also eine Menge Interzellularen, die mit Luft erfüllt sind und eine Schicht bilden, an der das einfallende Licht fast ganz reflektiert wird. Wenn man auf einem Flächenschnitt die Hypodermazellen von unten betrachtet, so kann man — war der Schnitt an einer dunklen Stelle geführt — das Netz der Pallisadenzellen deutlich darauf ausgebildet sehen, (Text-Fig. 3), während man an den hellen Stellen niemals solche Bilder erhält. Dementsprechend kann man auch an diesen die obere Haut, Epidermis und Hypoderma, ohne Schwierigkeit in größeren Stücken vom Blatt abziehen, was an den grünen Stellen nicht so gelingt.

Entfernt man die Luft, so scheint das grüne Gewebe auch an den sonst hellen Stellen hindurch, d. h. diese werden auch grün. Schneidet man ein Stückchen aus dem Blatt heraus, so wird die Schnittlinie an den hellen Stellen grün, weil die Luft durch den Druck des Messers entfernt wird. Erhitzt man dann ein Blattstück, das grüne und helle Teile enthält, im Wasser, so sieht man, wie sich die grüne Stelle immer mehr verbreitert, während Luftblasen aus den Schnitträndern hervortreten, und schließlich wird das erhitzte Stück gleichmäßig grün.

Es kommt aber noch etwas hinzu, um den silbergrauen Glanz an dem Blatt hervorzurufen, nämlich der Kristallreichtum des Hypodermas der Oberseite. Dieser Gehalt an Kristallen scheint bei den Blättern derselben Art zu wechseln, vielleicht dem Alter nach, doch kann ich darüber keine bestimmten Angaben machen, da mir nicht beliebige Mengen an Material zu Gebote standen. Bei dem untersuchten Blatt von *C. Chantrieri* enthielt fast jede Zelle des Hypodermas 4—6 größere und daneben oft zahlreichere kleine, säulenförmige Kristalle, die den größten Teil des Innenraums der Zelle einnahmen, mag man sie im Quer- oder im Flächenschnitt betrachten. (Text-Fig. 7.) Auffallend ist, daß viele dieser Kristalle an den Längsseiten gewölbt und oben und unten zugespitzt erschienen wie eine Navicula, so daß ihre Form wohl noch genauer studiert zu werden verdient. Einen Unterschied zwischen den grünen und hellen Teilen habe ich in Hinsicht auf den Kristallgehalt nicht finden können und nehme daher an, daß sie im durchfallenden Licht nicht zur Wirkung kommen, im reflektierten aber durch vielfache Brechung der Strahlen eine glitzernde Wirkung hervorrufen. Dies scheint mir ein Moment zu sein, das bei der Blattfärbung bisher noch nicht bemerkt worden ist.

C. Wiotiana verhält sich im wesentlichen wie die vorige Art, doch sind viel weniger Kristalle in den Hypodermazellen vorhanden. Bei *C. Oppenheimiana* fand ich gar keine Kristalle an den grünen Stellen, an den hellen wenigstens einzelne kleine. Das Assimilationsgewebe ist hier auffallend stark und besteht aus etwa sechs Schichten, deren vier oberste das Pallisadenparenchym darstellen. Dieses zeigt in typischer Weise den Bau der von oben nach unten allmählich sich vermindernden Zahl von Zellen, indem mehrere der oberen Schicht auf eine der unteren vereinigt werden, letztere bilden die sogen. Sammelzellen. Das Schwammparenchym ist sehr lacunös gebaut. Die Hypodermazellen der Unterseite sind auffallend niedrig und enthalten Kristalle.

Bei der sehr merkwürdig gezeichneten *C. Massangeana* werden die hellen Teile ebenfalls dadurch hervorgerufen, daß eine Luftschicht zwischen dem Hypoderma und dem Assimilationsgewebe entsteht. Hier kommt noch hinzu, daß das jugendliche Blatt dunkle Flecken von schön sammetbrauner Färbung besitzt, die am alten Blatt nur noch dunkelgrün aussehen. Diese Färbung wird dadurch hervorgebracht, daß hier die Epidermiszellen papillös ausgebildet sind und Anthocyan enthalten, auch fehlen hier die Spaltöffnungen. An den übrigen Stellen der Oberseite sind die Epidermiszellen flach, nicht papillös, und treten einzelne Spaltöffnungen auf. Auf der Unterseite sind alle Epidermiszellen flach, auch da, wo sie Anthocyan enthalten. Den dunkeln Flecken der Oberseite nämlich entsprechen auf der graugrünen Unterseite rot überlaufene Stellen, die aber nicht so scharf begrenzt sind wie jene. Mit dem Alter verschwindet auch hier der rote Farbstoff.

Ueberblicken wir das, was wir über die anatomische Grundlage der Entstehung von den Zeichnungen auf den Blättern kennen gelernt haben, so können wir zwei Typen unterscheiden. Bei dem einen ist ein Unterschied zwischen hellgrün und dunkelgrün, aber in rein grünen Tönen, bei dem andern zwischen graugrün und rein dunkelgrün vorhanden. Der erste benutzt zum Hervorbringen der Unterschiede dreierlei anatomische Verhältnisse, nämlich erstens die verschiedene Menge an Farbstoff, wie sie besonders in der verschiedenen Größe der Chlorophyllkörner zum Ausdruck kommt, zweitens die Gestalt der Pallisadenzellen, durch die auf derselben Ebene mehr oder weniger Zellen mit mehr oder weniger Chlorophyllkörnern untergebracht werden, drittens die stärkere oder schwächere Entwicklung von Lufträumen unter der Pallisadenschicht, wodurch mehr oder weniger des hindurchgehenden Lichtes absorbiert wird. Die beiden letzten Umstände können zum Hervorbringen der Unterschiede genügen, so daß auf das dritte Mittel, die Unterschiede in der Größe der Chlorophyllkörner, verzichtet werden kann.

Bei dem zweiten Typus ist ein Unterschied zwischen hellgraugrün und reinem Grün vorhanden, und er wird hervorgebracht, indem eine zwischen dem Hypoderma und dem Pallisadenparenchym befindliche Luftschicht durch totale Reflexion des Lichtes das grüne Gewebe nur matt durchscheinen läßt. Die Wirkung kann noch dadurch verstärkt werden, daß die Hypodermazellen an den hellen Stellen niedriger sind als an den grünen (*C. Chantrieri* und *Wiotiana*) und durch das Auftreten zahlreicher Kristalle in den Hypodermazellen, wodurch ein Glitzern in der silbergrauen Färbung entsteht, wie bei *C. Chantrieri*. Es handelt sich also in diesen Fällen um geringe quantitative Veränderungen: etwas mehr oder weniger Chlorophyll, höhere oder niedrigere und breitere Pallisadenzellen, mehr abgerundete oder in Fortsätze ausgezogene Zellen des unteren grünen Gewebes, oben breitere oder spitzere Pallisadenzellen höhere oder niedrigere Hypodermazellen und mehr oder weniger Kristalle in diesen. Nur das Auftreten des Anthocyans ist scheinbar etwas neues, wir wissen aber nicht, ob hier nicht auch nur ein sehr geringer Unterschied in chemischer Hinsicht vorliegt, indem der Stoff, der die rote Färbung bewirkt, auch in den farblosen Zellen, nur mit einer geringen Modifikation in der Zusammensetzung vorhanden ist.

Es kostet also der Pflanze, wenn man so sagen darf, sehr wenig, wenn sie die so auffallenden Zeichnungen an den Blättern hervorbringen will. Aber wie kommt sie dazu, dies zu tun? Auf diese Frage wollen wir in einem zweiten Abschnitt die Antwort zu geben versuchen.

Erklärung der Tafel VII.

Fig. 1. Blatt von *Calathea Oppenheimiana* (Morren) K. SCHUM.

Fig. 2. *C. Chantrieri* (hort.?).

Fig. 3. *C. Wiotiana* JAKOB MAKOY. Da die Zeichnung bei photographischer Wiedergabe nur undeutlich zum Ausdruck kam, ist das Blatt abgemalt worden.

Fig. 4. *C. Makoyana* MORREN.

Für die photographische Aufnahme bin ich Herrn Dr. BRANDT zu Dank verpflichtet.

33. Alexander Lingelsheim und Bruno Schröder: Hildenbrandia rivularis (Liebmann) Bréb. und Pseudochantransia chalybaea (Lyngb.) Brand aus dem Gouvernement Suwalki.

(Mit 1 Textabbildung und Tafel VIII.)

(Eingegangen am 24. Mai 1918.)

Am 25. August 1916 fand Herr Dr. F. PAX jun., Professor der Zoologie an der Breslauer Universität, Mitglied der Landeskundlichen Kommission beim Generalgouvernement Warschau, *Hildenbrandia rivularis* auf Blöcken von Urgestein in dem Abflusse des Sees von Mala Huta bei Suwalki. Zwei davon lagen uns dank der freundlichen Übersendung durch Prof. PAX zur Untersuchung vor. Sie werden im hiesigen Botanischen Museum aufbewahrt[1]).

Der Standort, ein klarer, ziemlich seichter, über Geschiebegeröll rieselnder Wasserlauf inmitten eines schattigen Laubmischwaldes, erinnert nach der Schilderung des Entdeckers sehr an denjenigen von *Hildenbrandia* im Zobtengebirge in Schlesien, der vor einigen Jahren von A. LINGELSHEIM und F. PAX jun. gelegentlich einer gemeinsamen Exkursion aufgefunden wurde[2]). Auch noch aus anderen Angaben geht hervor, daß *Hildenbrandia rivularis* eine schattenliebende Alge ist. So fand sie ROSEN (l. c. pag. 25) bei Melun in einem fast lichtlosen Brunnen, und nach FORTI[3]) kommt sie im Gardasee am Monte Merlo unweit von Sermione noch in einer Tiefe von 90 m vor.

Das Auftreten von *Hildenbrandia rivularis* im Gouvernement Suwalki bezeichnet das östlichste Vorkommen in Europa, das bis jetzt bekannt geworden ist und zugleich die Bereicherung der russischen Algenflora um einen neuen Bürger. Ein ebenfalls ziemlich weit nach Osten vorgeschobener Standort liegt, einer brieflichen Mitteilung des jüngst verstorbenen Prof. Dr. M. RACIBORSKI (vom 16. Dezember 1916) zufolge, in der Tatra, worüber sich der Genannte folgendermaßen äußert: „*Hildenbrandia rivularis* ist mir von dieser Gegend nur aus der warmen Quelle Jaszczurówka in der Tatra bekannt, wo die Pflanze jedoch infolge der Benutzung der Quelle als Badeanstalt wahrscheinlich bald zu Grunde gehen wird.“ Ihr südöstlichstes Vorkommen in Europa dürfte *Hildenbrandia rivularis* nach GUTWIŃSKI[1]) in Bosnien haben, wo sie im Kruščicabache in der Umgebung von Travnik auf Quarz und Granitgestein wächst. Wie F. PAX sen. mit Recht hervorhebt[2]), muß *Hildenbrandia rivularis* „als Alge der Ebene und der niederen Berggegenden angesprochen werden.“

---

[1]) Nachfolgende Ausführungen über *Hildenbrandia*, sowie die Photogramme der Tafel sind von LINGELSHEIM, die über *Pseudochantransia* und die Textabbildungen von SCHRÖDER.

[2]) LINGELSHEIM, A., Mitteilung über *Hildenbrandia rivularis*, in: 92. Jahresbericht der Schlesischen Gesellsch. f. vaterl. Kultur von 1914. Zool.-bot. Sektion, pag. 25—27. Breslau 1915.

[3]) FORTI, A., Contributo 2° alla conoscenza della florula ficol veronese, in: Nuova Notarisia Ser. X. Aprile pag. 5 ff. Padova 1899.

Allem Anscheine nach gehört *Hildenbrandia rivularis* in Europa zum atlantischen Florenbezirke, innerhalb dessen sie stark zerstreute Areale besiedelt. Wir kennen die Alge, außer aus Deutschland und Österreich-Ungarn aus England, Südschweden, Frankreich und Norditalien; sie besitzt aber eine räumlich weitere Verbreitung über Europa hinaus auffallenderweise in subtropischen, z. B. in Nordafrika[3]), und in Tropengegenden und wurde in Niederländisch-Indien nach GUTWIŃSKI[4]) von M. RACIBORSKI, auf Jamaica von DUNCAN[5]), und im Kongogebiet von HARIOT[6]) und W. u. G. S. WEST[7]) festgestellt.

Der sehr fragwürdige Symbiont von *Hildenbrandia*, die wasserbewohnende Flechte *Hadubrandia decipiens* Schmitz, war an den Belegproben aus Suwalki nicht zu finden[8]).

---

[1]) GUTWIŃSKI, R, Über die von Hochw. Prof. ERICH BRANDIS S. J. in der Umgebung von Travnik gesammelten Algen, in: Wissensch. Mitteil. aus Bosnien und der Herzegowina. VI. Band. Wien 1899.

[2]) PAX, F., sen., Schlesiens Pflanzenwelt, pag. 185, Jena 1915.

[3]) BELLOC, E, Aperçu de la flore algologique d'Algérie, de Tunise, du Maroc et de quelques lacs de Syrie, in: Explorations sous-lacustres. Associat. française pour l'avancement des sciences. Paris 1896.

[4]) GUTWIŃSKI, R, Additamenta ad floram algarum Indiae Batavorum cognoscendam, in: Dissertat. mathem. et phys. Akad. Litter. Cracoviensis Tom. 39. Krakau 1901, und ders, in: Rozpr. Akad. Um. Ser. II, Tom. XIX. Krakau 1902, pag. 291.

[5]) DUNCAN, S. JOHNSON in Johns Hopkins Univers. Circ. 1907, Nr. 3, pag. 21—25 nach JUST, Botan. Jahresber. XXXV, 1 (1907) pag. 326.

[6]) HARIOT, P., in: Nuova Notarisia VI (1891) 1217—1220, nach JUST, l. c. XIX, 1 (1894) pag. 92

[7]) WEST, W. and G. S., WELWITSCH's african freshwater algae, in: Journ. of Botany 1897, pag 3 London 1897.

[8]) Vergl. dazu LINGELSHEIM, A,, l. c. 25 u. 26.

Mit *Hildenbrandia* finden sich in jenem Seenabflusse bei Suwalki oft auf denselben überfluteten Steinen ausgebreitete, schmutzige, hellgrüne, höckerig-knollige und ziemlich feste Krusten von bis 5 mm Dicke, die an ihrer Oberfläche manchmal wie kleine Blumenkohlrosetten aussehen (Unsere Tafel, Fig. 2). Bei Behandlung mit Essig- oder Salzsäure braust der krustenartige Überzug der Steine unter Blasenbildung auf, woraus sich ergibt, daß er aus Karbonat (Calciumkarbonat) besteht. Schlägt man ein kleines Stück der Kalkkruste ab und läßt es solange in Säure liegen, bis aller Kalk gelöst ist, so bleibt von der Kruste noch eine bräunlichgelbe, schwammige, etwas gallertartige Masse übrig, die, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, aus Büscheln von Algenfäden gebildet wird.

Die grüne Farbe der Steinkruste, ihr äußeres Aussehen und die Anwesenheit von Calciumkarbonat legten hinsichtlich der Algenbüschel uns zunächst den Gedanken an eine inkrustierte Chlorophycee und zwar an *Chaetophora incrassata* (Hudson) Hazen[1]) (syn. mit *Ch. endiviaefolia* Ag. u. *Ch. Cornu damae* Ag.), vielleicht an deren *Var. incrustans* Rabenh. (WITTROCK & NORDSTEDT, Alg. exsicc. Nr. 404) nahe, oder an *Gongrosira incrustans* (Reinsch) Schmidle (syn. *Chlorotylium incrustans* Reinsch), indessen stimmten sehr wesentliche Momente der Diagnosen dieser Chlorophyceen nach HERING[2]) mit unserer Form nicht überein.

Eine über inkrustierende Algen handelnde Arbeit von JOSEPHINE TILDEN[3]) brachte uns auf die richtige Spur, nämlich, daß es sich bei unserer Alge um eine Rhodophycee handle und zwar um eine *Pseudochantransia* Brand[4]). Nachdem diese Gattung sicher festgestellt war, fragte es sich noch, welcher Art die inkrustierte *Pseudochantransia* angehört. Zunächst sprach manches für *Ps. pygmaea* (Kütz.) Brand (l. c. pag. 118), namentlich die im Verhältnis der Länge zu ihrer Breite vorherrschende Verkürzung der

---

[1]) HAZEN, TRACY, ELLIOT, The Ulothricaceae and Chaetophoraceae of the United States, in: Mem. of the Torrey Botanical Club, Vol. XI, Nr. 2. New York 1901/2, pag. 214—216.

[2]) HERING, W., Chlorophyceae III., Ulothrichales, Microsporales, Oedogoniales, in: PASCHER, A., Die Süßwasserflora Deutschlands, Oesterreichs u. der Schweiz. Jena 1914, pag. 110.

[3]) TILDEN, J., Some new Species of Minnesota Algae which live in a calcareous or siliceous matrix, in: Botanical Gazette Vol. XXIII, Chicago 1897, pag. 95 ff.

[4]) BRAND, F., Über die Süßwasserformen von *Chantransia* (DC.) Schmitz einschließlich *Pseudochantransia* Brand, in: Hedwigia, Band XXXVIII. Dresden 1899, pag. 107—118.

Zellen. Es wurden zweierlei Wuchsformen aufgefunden. (**Textabb. 1 u. 2**.) Abbildung 1 zeigt die weitaus häufigere, in dichten Büscheln auftretende, gedrungenere Form, deren Zellen $^1/_2$ bis ebenso lang als breit sind. Der Querdurchmesser derselben betrug 7—12 μ, während bei den Zellen der schlankeren Wuchsform (Abbildung 2) die Länge 2—$2^1/_2$ mal so groß als die Breite ist. Alle Hauptfäden des Thallus sind strahlig angeordnet, mehr oder weniger gekrümmt und stehen aufsteigend dicht gedrängt beieinander. Auch die kurzen Fadenäste stehen aufrecht und sind etwas angedrückt. Alle reichen fast trugdoldenartig in ziemlich gleiche Höhe. Haarbildungen der Terminalzellen wurden nicht gefunden, ebenso keinerlei Vermehrungsorgane.

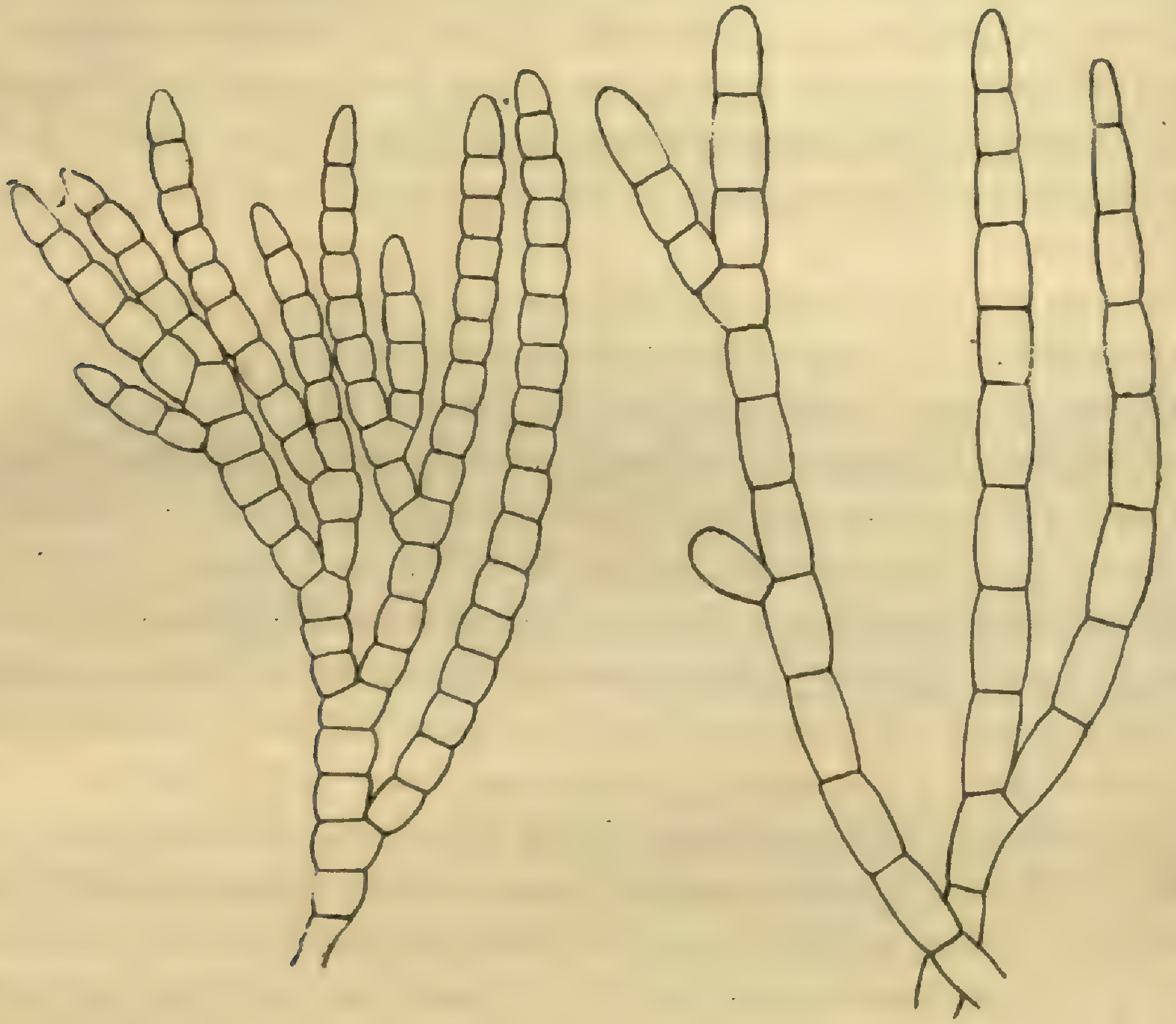


Fig. 1 u. 2. Wuchsformen von *Pseudochantransia chalybaea*. 1. gedrungenere und 2. schlankere Wuchsform. (Nach einem mit Salzsäure behandelten Präparate mit einem Abbeschen Zeichenapparate bei 450facher Vergrößerung gezeichnet.)

Für *Pseudochantransia pygmaea* wird in den Diagnosen von verschiedenen Autoren, z. B. RABENHORST[1]), angegeben, daß ihre

---

[1]) RABENHORST, L. Flora europaea algarum aquae dulcis et submarinae. Lipsiae 1868. Sectio III, pag. 403.

Zellen 2—3mal so lang als breit und 11—15 μ dick sein sollen. Das stimmt für obige Art nicht ganz. Deswegen wendeten wir uns brieflich an Herrn Dr. FRIEDRICH BRAND in München um Auskunft und sandten ihm Proben von unserer Alge, sowohl natürliche Kalkkruste als auch mit Säure behandeltes Material, worauf wir die sehr dankenswerte Mitteilung erhielten, daß ihm für *Ps. pygmaea* ihre „Fäden zu dünn erschienen, so daß es sich eher um eine durch den massigen Kalkniederschlag verkümmerte *Ps. chalybaea* handeln dürfte.“ Letztere nähert sich nach BRAND[1]) in Form und Farbe durch Mittelformen oft merklich an *Ps. pygmaea*, aber wir sind mit ihm ganz der gleichen Meinung, daß es keinen Zweck hat, „diese unselbständigen Gebilde systematisch weiter auszugliedern.“

Gleich *Hildenbrandia* ist auch *Pseudochantransia chalybaea* eine Schattenpflanze, welche, wie BRAND anführt, nur an solchen Orten vorkommt, „an welchen das direkte Licht entweder abgehalten oder durch Bewegung des Wassers zerstreut oder durch Färbung desselben geschwächt ist.“

Zwischen den Büscheln von *Pseudochantransia chalybaea* kommen in den Kalkinkrustationen auch öfter Cyanophyceen vor, die zur Gattung *Lyngbya* gehören. Die häufigere und dickere ist *L. Martensiana var. calcarea* Tilden, die seltenere und dünne scheint der *L. nana* Tilden nahezustehen, denn ihre Zellen sind ebenso lang als breit und blaugrün gefärbt, aber deren Breite übertrifft mit 4 μ die von *L. nana* um das Doppelte. Wegen ihres seltenen Auftretens lassen wir ihre genauere Bestimmung noch dahin gestellt. Auch einige Bacillariaceen aus der Gattung *Navicula* wurden nur ganz vereinzelt gefunden. Da auch TILDEN Lyngbyaceen neben anderen Cyanophyceen mit *Pseudochantransia* zusammen vorfand, so scheinen alle diese Algen eine bestimmte Biocoenose zu bilden.

Von den *Chantransien* der bayrischen Hochebene erwähnt BRAND l. c. 1897, pag. 310, daß sie sich in der Regel nach und nach vollständig mit kleinen Diatomeen behängen, zwischen denen sich dann Kalkschlamm ansetze, wodurch eine Art von Inkrustation entstehe. Bei unserer Form dürfte aber weniger ein passiver mechanischer Vorgang der Verschlämmung stattgefunden haben, als vielmehr ein aktiver, physiologischer, durch die assimilatorische Tätigkeit der inkrustierten Algen. Wir neigen der Ansicht zu,

---

1) **BRAND, F., Über „*Chantransia*“ und die einschlägigen Formen der bayrischen Hochebene, in: Hedwigia, Band XXXVI. Dresden 1897, pag. 311.**

daß, wie bei vielen Wasserpflanzen, die Kalkinkrustation dadurch zustande kommt, daß die im Wasser gelösten Bikarbonate des Calciums in CO_2 und $CaCO_3$ bei der Assimilation zerlegt werden, wobei gleichzeitig CO_2 zur Stärkebildung gebraucht wird, während $CaCO_3$ sich an den assimilierenden Pflanzen durch alkalische Sekretion derselben niederschlägt[1]). Allerdings ist der experimentelle Nachweis dieses physiologischen Vorganges für unsere inkrustierten Algen noch zu erbringen, und vorläufig ist es noch eine offene Frage, ob die Rhodophycee allein die Kalkinkrustation hervorruft, oder ob dies die mit ihr vorkommenden Cyanophyceen bewirken, oder ob beide in gleicher Weise daran beteiligt sind, was wohl in diesem Falle schwer zu entscheiden sein dürfte.

Daß *Chantransia* in Kalkinkrustationen vorkommt, ist außer durch TILDEN bei Minneapolis in Nordamerika und BRAND in Bayern noch mehrfach beobachtet worden. So fand SIMMONS[2]) eine nicht näher bestimmte *Pseudochantransia* häufig in Bächen bei Klagerup in Südschweden auf Steinen stark mit Kalk inkrustiert. Später machte LAUTERBORN[3]) noch Angaben von 2 Fundstellen von Kalkinkrustationen, „die sich an Räschen einer *Chantransia* niedergeschlagen hatten, die mit *Ch. chalybaea* Fries die meiste Ähnlichkeit besaß“. Cyanophyceen waren dabei jedoch nur spärlich vertreten. Die eine Fundstelle ist der Michelsbach bei Leimersheim in der bayrischen Rheinpfalz. Dort waren in einer Tiefe von 70—80 cm fast alle Schalen von *Unio tumidus* mit einer bräunlich bis violett gefärbten, uneben knollig-höckerigen Kalkkruste von 1—3 mm Dicke bedeckt. Der andere Fundort ist ein Bach des Mindelsees unweit des Bodensees, in dem sich „wurstförmige Kalkkonkretionen“ fanden, die LAUTERBORN in Gesellschaft von SCHMIDLE beobachtete und die ebenfalls *Chantransia* enthielten.

Breslau, den 21. Mai 1918.

Erklärung der Tafel VIII.

Fig. 1. Stärkere Vergrößerung der gewöhnlichen, groben Form der Kalkinkrustation.

Fig. 2. Stärkere Vergrößerung eines stellenweise vorhandenen, zarten, „blumenkohlartigen“ Reliefs.

---

[1]) CZAPEK, F, Biochemie der Pflanzen. Band 1, pag 421 u. Band 2, pag. 812. Jena 1905.

[2]) SIMMONS, G. S., Algologiska Notiser, in: Bot. Notiser, pag. 26. Lund 1898.

[3]) LAUTERBORN, R, Die Vegetation des Oberrheins, in: Verhandl. d. naturhist.-medizin. Vereins zu Heidelberg, N. F., X. Band, 4. Heft, pag. 483. Heidelberg 1910.

34. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 10 und 11.

(Mit Tafel IX.)

(Eingegangen am 24. Mai 1918.)

Nr. 10: Ueber Kieselkörper in der Epidermis von Campelia Zanonia Rich.

Die genannte Pflanze ist eine in den Gewächshäusern botanischer Gärten nicht selten gezogene Commelinee, die sich unter anderem durch eine besondere Eigentümlichkeit der Blätter auszeichnet. Wird ein Blatt quer gebrochen oder zerrissen und werden die Bruchflächen dann langsam von einander entfernt, so werden aus diesen weiße Fäden von mehreren Zentimetern Länge herausgezogen, die nicht Schleimfäden und auch nicht die aus den Schraubengefäßen abgelösten Schraubenbänder darstellen wie bei *Agapanthus*, sondern sich bei mikroskopischer Beobachtung gewöhnlich als die abgelösten Bastbelege der Gefäßbündel entpuppen. Es handelt sich also um Bündel von Bastzellen. Diese Ablösung der Bastbündel ist für *Campelia* ungemein charakteristisch. Ähnliches sah ich, aber bei weitem nicht so ausgeprägt, bei *Cochliostema Jacobianum*. Die Blätter sind bis 35 cm lang, bis 5 cm breit und bestehen aus einer ein- bis zweischichtigen oberen und einer meist zweischichtigen unteren Epidermis, zwischen denen das grüne Mesophyll samt den Gefäßbündeln eingebettet ist. Die Zellen der oberen Epidermis sind senkrecht zur Oberfläche des Blattes stark in die Länge gestreckt, die der unteren mehr oder minder isodiametrisch. Beide fungieren als Wassergewebe.

Betrachtet man die obere Epidermis auf der Fläche, d. h. von oben, so erscheinen die an die Luft grenzenden Wände der Oberhautzellen punktiert. Die Punkte sind nicht von gleicher Art: Die Mehrzahl der Epidermiszellen zeigt helle, runde Punkte (Fig. 1a), die, wie sich aus Querschnitten des Blattes leicht ergibt, aus knötchenartigen, etwas vorspringenden Wandverdickungen bestehen. Wir wollen sie als „Wandvorsprünge“ bezeichnen. Dazwischen liegen einzelne Zellen oder einige wenige, zu einer Insel vereinigte Zellen, die gleichfalls helle Punkte aufweisen, die aber durch runde, warzige Kieselkörper zustandekommen (Fig. 1b). Diese Punkte sollen kurz als „Kieselpunkte“ bezeichnet werden.

Bei genauerer Betrachtung zeigt sich schon, daß die Kieselpunkte etwas heller, glänzender und stärker lichtbrechend sind als die punktförmigen Wandvorsprünge. Durch Einlegen der Schnitte in Phenollösung kann der Unterschied viel deutlicher gemacht werden. Bekanntlich nehmen, wie KÜSTER[1]) zuerst gezeigt hat, Kieselkörper darin einen eigentümlichen rötlichen Glanz an und werden dadurch, im Gegensatze zu den infolge starker Aufhellung fast unsichtbar werdenden Wandvorsprüngen, besonders deutlich.

Ich habe beobachtet, daß auch MILLONs Reagens (salpetersaures Quecksilberoxydoxydul mit etwas salpetriger Säure) die Kieselkörper in ganz ähnlicher Weise aufhellt und deutlich macht. Schnitte mit den Kieselkörpern werden nach eintägigem Liegen in MILLONs Reagens stark aufgehellt und die Kieselkörper leuchten wie im Phenol mit rötlichem Glanze hervor. Das MILLONsche Reagens hat vor dem Phenol den Vorteil, daß es sich mit dem Zellinhalt, ohne zuvor eine Emulsion zu bilden, rasch mischt und bald sehr klare Bilder gibt.

An der unteren Epidermis erscheinen die Zellen von der Fläche gesehen auch punktiert, die Zellen mit Kieselpunkten erscheinen hier viel häufiger, doch bleiben die Schließzellen samt den Nebenzellen der Spaltöffnungen von der Punktierung stets frei.

Behandelt man ein Präparat der unteren Epidermis mit Chlorzinkjod, so werden die Wandvorsprünge, indem sie sich viel stärker als die unmittelbare Umgebung tief blauviolett färben, ungemein deutlich. Noch intensiver färben sich die Wände der die Kieselkörper enthaltenden Zellen, und da die Kieselkonkremente farblos bleiben, heben sie sich von der blauvioletten Wand um so deutlicher ab.

Die Kieselkörper sind gewöhnlich rauh oder etwas schwach stachelig, daher mitunter sogar sternartig. Ihr Durchmesser beträgt 2—6 μ. Manchmal hängen sie durch mehr oder minder schmale Kieselbrücken zusammen, so daß die Kieselkörper an Hefesprossungen erinnern (Fig. 1 c).

Der Blattrand erscheint in einer Breite von etwa 1 mm heller gefärbt und besteht hier aus schmalen, in die Länge gestreckten, dickwandigen Zellen. In diesem Gewebe finden sich parallel zum Blattrande verlaufende, in kürzeren oder längeren Reihen angeordnete Zellen, die gleichfalls Kieselkörper, jedoch von bedeutenderer Größe enthalten (Fig. 2k). Der Durchmesser dieser Kieselkörper beträgt 8—19 μ. Ihre Gestalt ist nicht immer kugelig, sondern häufig je nach dem Lumen der Zelle, das sie ganz oder nur teilweise ausfüllen, hantelförmig, unregelmäßig gelappt oder perlschnurartig, manchmal gequetschten Öltropfen nicht unähnlich (Fig. 2k).

---

[1]) KÜSTER, E., Die anatomischen Charaktere der Chrysobalaneen, insbesondere ihre Kieselablagerungen. Bot. Zbl. 1897, Bd. LXIX, p. 43
MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, p. 70—71.

Besonders reichlich treten die Zellen mit Kieselkörpern in der Epidermis der Blattscheiden auf. Sie kommen auch in der Stengeloberhaut vor. Hingegen habe ich sie in der Wurzel nicht finden können.

Daß es sich wirklich um Kieselkörper handelt, geht aus folgenden Tatsachen hervor:

1. Zeigen sie, wie bereits erwähnt, in flüssigem Phenol oder in MILLONs Reagens den für Kieselkörper eigenartigen, ungemein charakteristischen Glanz.
2. Bleiben sie in konz. Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, desgleichen in organischen Säuren wie Essig-, Oxal- und Zitronensäure ungelöst. In Flußsäure hingegen verschwinden sie.
3. Werden Epidermisstücke in Chrom Schwefelsäure[1]) eingelegt, so wird das Gewebe mit Ausnahme der Kutikula nach und nach zerstört, die Kieselkörper aber bleiben erhalten und werden isoliert (Fig 3).

Betrachtet man einen Blattquerschnitt und die darin vorhandenen Zellen mit den Kieselkörpern, so hat es zunächst den Anschein, als ob diese in der Membran der Epidermiszellen eingebettet wären. Diesen Eindruck erhält man besonders bei Untersuchung der Blattspreite. Querschnitte durch die junge Stengelepidermis, besonders die von der Blattscheide umhüllten, zeigen aber, daß in der Epidermiszelle durch eine parallel zur Oberfläche entstehenden Wand eine äußerst schmale Zelle nach außen abgeschnürt wird, in der die Kieselkörper abgelagert werden (Fig. 4k). Da später von der Wand Hautfalten zwischen den Kieselkörpern in das Lumen eindringen und sich diesen mehr oder minder anschmiegen, so sieht es dann so aus, als ob die Kieselkörper nicht in der Zelle, sondern in der Zellwand eingebettet wären.

MÖBIUS[2]) hat bei einer aus dem tropischen Amerika stammenden Commelinee, der *Callisia repens*, die habituell von der *Campelia*

---

[1]) MOLISCH, H., l. c. p. 17.

[2]) MÖBIUS, M., Über ein eigentümliches Vorkommen von Kieselkörpern in der Epidermis und den Bau des Blattes von *Callisia repens*. WIESNER-Festschrift, Wien 1908, p. 81—91.

Zanonia wesentlich abweicht, Kieselkörper derselben Art und in ähnlicher Verteilung aufgefunden und in einer sorgfältig durchgeführten Abhandlung sehr ausführlich beschrieben. Es besteht in der Art des Auftretens der Kieselkörper eine so große Ähnlichkeit, daß ich bezüglich der Entwicklung der die Kieselkörper führenden Zellen auf MÖBIUS' Beschreibung verweisen kann. Nur eines sei hier hervorgehoben: Die Kieselkörper enthaltenden Zellen weisen im jungen Stadium, insbesondere der Blätter, Zellkerne auf, die in der Gestalt von den Kernen der anderen Epidermiszellen abweichen. Jene sind länglich und vielfach gelappt — Fig. 5n — und diese rund und größer (Fig. $5 n_1$). Merkwürdig ist, daß die Zellen mit Kieselpunkten sehr oft 2 Kerne, manchmal sogar 3 Kerne führen. Es findet sich also hier ein ausgesprochener Dimorphismus der Kerne in den Oberhautzellen mit und ohne Kieselkörper vor. Um die Kerne sichtbar zu machen, bediente ich mich mit Vorteil einer Lösung von Jodjodkalium.

Die auffallende Ähnlichkeit im Auftreten der Kieselkörper in der Epidermis von *Campelia Zanonia* und *Callisia repens* ist wieder ein lehrreiches Beispiel dafür, daß die Verwandtschaft sich nicht bloß in einem bestimmten Chemismus, sondern auch in einer ganz eigenartigen Lokalisation desselben äußert, und daß dieses Symptom der Verwandtschaft sich nicht bei allen Vertretern einer Familie, sondern nur bei gewissen einander näherstehenden, hier aber mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit vorfindet.

Mit der Feststellung von Kieselkörpern in der Gattung *Callisia* und *Campelia* harmoniert auch die Stellung der beiden genannten Gattungen im System, denn wie ich aus der Literatur[1]) ersehe, stehen beide in der Unterabteilung *Tradescantieae* und zwar hier nebeneinander. Bei anderen von mir untersuchten Commelinaceae: *Cochliostema Jacobianum*, *Cyanotis Somaliensis*, *Rhoeo discolor* und verschiedenen *Tradescantia*-Arten (*Tr. zebrina*, *guianensis* und *virginica*) waren Kieselkörper nicht nachzuweisen. —

Zusammenfassung.

Bei der Commelinee *Campelia Zanonia* kommen in der Oberhaut der Laubblätter und Stengel zahlreiche Zellen vor, die kleine warzenförmige Kieselkörper enthalten. Die Verteilung und das Auftreten dieser Körper erinnern

---

1) ENGLER, A. u. PRANTL, K, Die natürlichen Pflanzenfamilien etc. II. Teil. 4. Abt. Leipzig 1888, p. 65.

lebhaft an die von MÖBIUS bei der Commelinee *Callisia repens* entdeckten Kieselkörper und geben zu erkennen, daß die Verwandtschaft der Pflanze nicht bloß durch einen bestimmten Chemismus, sondern auch durch eine ganz eigenartige Lokalisation desselben zum Ausdruck kommen kann.

2. Ebenso wie in Phenollösung zeigen Kieselkörper auch in MILLONs Reagens nach 1tägigem Liegen einen eigenartigen rötlichen Glanz und heben sich dadurch von der Umgebung auffallend ab.

Nr. 11: **Kristallisiertes Karotin in der Nebenkrone von Narcissus poëticus.**

Der Saum der grünlichgelben Nebenkrone dieser Narzisse ist bekanntlich rot mit einem Stich in Orange gefärbt. Gelegentlich einer Untersuchung der Blüte machte ich die Beobachtung, daß die den roten Saum zusammensetzenden Zellen von orangeroten Kristallen erfüllt sind, und daß diese die auffallende Färbung des Kronensaumes hervorrufen. Der Saum setzt sich im Querschnitt aus mehreren bis 6 Zellagen zusammen, die stellenweise von einem zarten Gefäßbündel durchsetzt sind. Die Epidermis und die parenchymatischen Mesophyllzellen des Saumes sind von einer braunorangeroten Masse erfüllt, die aus Stäbchen, Prismen, Rauten, Plättchen und Körnern von orangeroter Farbe zusammengesetzt ist (Fig. 6).

Die Kristalle sind unlöslich im Wasser und Glyzerin, sehr schwer löslich in kaltem, absolutem Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff und Benzol, kaum löslich in Chloroform. Im Benzol findet mitunter eine Umkristallisierung der stäbchenartigen Kristalle in viel dunklere, braunrote, sehr große rhombische Prismen oder Schollen statt. Die in Schwefelkohlenstoff liegenden Zellen lassen durch Umkristallisieren des Farbstoffs auf ihrer Oberfläche lange nadel- oder peitschenartige Karotin-Kristalle erscheinen.

Mit konz. Schwefelsäure nehmen sie eine indigoblaue Farbe an. Bei Zusatz von Wasser verschwindet diese Farbe. Auch mit konz. Salpetersäure werden sie vorübergehend blau. Mit Bromdampf oder Bromwasser werden sie gleichfalls für kurze Zeit blau und endlich farblos. Desgleichen mit konz. Salzsäure, der etwas Phenol beigemischt wurde.

Jodchloralhydrat (5 T. Chloralhydrat und 2 T. Wasser und Jod im Überschuß) färbt schmutzig grün.

Nach den angeführten Eigenschaften kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß wir es in den beschriebenen Kristallen mit einem Karotin zu tun haben, und daß dieses die rote Farbe des Saumes der Nebenkrone bedingt.

Ich habe seinerzeit[1]) beobachtet, daß das Anthokyan bei sehr intensiv gefärbten Pflanzenteilen nicht selten in fester Form, in Kristallen auftritt, und daß diese Erscheinung besonders da, wo die Blumenkrone dunkle Flecke, Makeln oder sehr dunkle Adern aufweist, zu beobachten ist. Etwas Analoges finden wir bei der Narzisse bezüglich des Karotins. Während der größere Teil der Nebenkrone gleichmäßig gelb gefärbt erscheint, zeichnet sich der Saum durch eine auffallend intensiv rote Farbe aus und diese wird hier durch einen kristallisierten Farbstoff und zwar durch eine starke Häufung von Karotinkristallen hervorgerufen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß unter Beachtung dieses Fingerzeiges vielleicht noch andere Vorkommnisse von Karotinkristallen — abgesehen von den schon bekannten Fällen[2]) — in Blüten gefunden werden.

Erklärung der Tafel IX.

Campelia Zanonia.

Fig 1. Drei Zellen der oberen Blattepidermis in der Flächenansicht. Zelle rechts mit punktartigen Wandverdickungen a Die beiden Zellen links mit Kieselkörperchen b und c. Die Kieselkörper c manchmal zu mehreren zusammenhängend. Vergr. etwa 280.

Fig. 2. Kieselkörperchen k und k_1 im Gewebe des Blattrandes zu Reihen angeordnet. Flächenansicht. Vergr. etwa 285.

Fig. 3. Kieselkörperchen, mit Chrom-Schwefelsäure isoliert; einzelne mit einander zusammenhängend. Vergr. etwa 380.

Fig. 4. Epidermis der Blattscheide im Querschnitt mit einer Kieselkörper k enthaltenden Zelle. Vergr. etwa 285.

Fig. 5. Zwei Epidermiszellen eines jungen Blattes. Flächenansicht. Zelle links, mit Kieselkörperchen, enthält 2 lappige Kerne n; in der Mitte dieser Zelle ist auch der runde Kern n_1 der darunter liegenden Zelle zu sehen. Zelle rechts ohne Kieselkörper, mit einem runden Kern n_1. Vergr. etwa 280.

Fig. 6. *Narcissus poeticus.* Zellen aus der Nebenkrone der Blüte, erfüllt mit Karotinkristallen, die die auffallend rote Färbung des Saumes der Nebenkrone bedingen. Vergr. etwa 380.

---

[1]) MOLISCH, H., Über amorphes und kristallisiertes Anthokyan. Botan. Ztg. 1905, p. 155.

[2]) MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, p. 228.

35. Ernst Küster: Über Vakuolenteilung und grobschaumige Protoplasten.

(Mit 3 Textabbildungen.)

(Eingegangen am 26. Mai 1918.)

Auch wenn man von allen durch Wachstum bedingten Veränderungen einerseits, andererseits von den typischen Degenerations- und Absterbeerscheinungen der Zelle — granulären Fällungen, vakuoliger Veränderung des Cytoplasmas, des Zellkerns und der Chromatophoren usw. — absieht, lassen sich durch den Wechsel bestimmter Außenweltsbedingungen an dem lebenden Protoplasten vieler Zellen mancherlei Veränderungen hervorrufen, die für den Mikroskopiker — mittel- oder unmittelbar — wahrnehmbar sind. Es handelt sich bei ihnen im wesentlichen einerseits um Änderungen im Aggregatzustand, Änderungen in der Viskosität u. ähnl. — andererseits um grobe Massenumlagerungen. Zu Erscheinungen der ersten Kategorie gehören die Verwandlung von Ektoplasma in Endoplasma und die umgekehrte Veränderung[1]), ferner die Bildung zäher Haptogenmembranen[2]), die durch Aluminiumsalzlösungen bedingten Starreerscheinungen des Plasmas[3]), die durch den Schwerkraftreiz bewirkten Änderungen der Plasmaviskosität, über welche freilich die Akten noch nicht geschlossen sind[4]), und vielleicht auch die reversiblen Strukturänderungen, die KLEBS an den Chromatophoren von *Euglena deses* nach mechanischem Druck eintreten sah und durch Aufhebung des Drucks wieder rückgängig machen konnte[5]). Beispiele aus der zweiten Reihe liefern uns die verschiedenartigen

---

[1]) Vgl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., Bd. 2, 1904, p. 717.

[2]) Vgl. z. B. PROWAZEK, Zur Regeneration der Algen. (Biolog. Zentralbl. 1907, 27, p. 737). KÜSTER, E., Über Veränderungen der Plasmaoberfläche bei Plasmolyse. (Zeitschr. f. Bot. 1910, Bd. 2, p. 689.)

[3]) SZÜCS, J., Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der antagonistischen Ionenwirkungen I. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 52, p. 85.)

[4]) HEILBRONN, A., Zustand des Plasmas und Reizbarkeit. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 54, 1914, p. 357.) WEBER, G. u. FR., Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität. (ibid. Bd. 57, 1916, p. 129.) ZOLLIKOFER, A., Über die Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität. (Ber. d. d. bot. Ges. 1917, Bd. 35, p. 291.)

[5]) KLEBS, G., Über die Organisation einiger Flagellatengruppen usw. (Unters. botan. Inst. Tübingen 1888, Bd. 1, 266, 267.)

Orientierungsbewegungen des Zellkerns und der Chromatophoren, die Erscheinungen der Plasmolyse und Deplasmolyse, die Bildung von Cytoplasmafäden[1]), die lokale Häufung des Zytoplasmas, die nach Behandlung der Zellen mit hypertonischen Lösungen eintritt[2]), und die Beschleunigung der Plasmaströmung, die man durch traumatische und andere Reizung an vielen Zellen hervorrufen kann. Zu dieser zweiten Kategorie der am lebenden und dauernd lebensfähigen Protoplasten beobachteten Veränderungen gehört auch die in den folgenden Zeilen beschriebene.

Werden Schnitte von der Epidermis der Zwiebelschuppen (*Allium cepa*, Außenseite bzw. morphologische Unterseite der Schuppen) hinreichend lange mit einem kräftig wirkenden Plasmolytikum — z. B. n - $CaCl_2$ oder n - $Ca(NO_3)_2$ — behandelt, so machen sich — außer den bekannten Erscheinungen der Plasmaablösung und Protoplastenabrundung — namentlich folgende Veränderungen geltend: in den meisten Zellen häuft sich das Zytoplasma samt dem in ihm liegenden Zellkern zu einer klumpen- oder linsenförmigen (plan-konvex oder bikonvex gestalteten) Masse an, die mit stark gewölbter Oberfläche in den Zellsaftraum vorragt. Nach 24stündiger Einwirkung der plasmolysierenden Mittel ist diese Erscheinung gut zu beobachten: gegen den Zellsaft grenzt sich die Zytoplasmalinse durch eine ansehnlich dicke Schicht völlig klaren Hyaloplasmas ab, während in ihrem Inneren — außer dem Zellkern — sich viele Granula und namentlich auch außerordentlich kleine Vakuolen finden, die bei den mit Anthocyan ausgestatteten Zwiebeln leicht wahrzunehmen, bei farblosen Zwiebelschuppen nicht immer mit Sicherheit zu erkennen sind.

Bei längerer Einwirkung des Plasmolytikums treten oft weitere Veränderungen ein. Beobachtet man bei Zimmertemperatur (15 bis 18 ° C), so findet man nach ungefähr dreimal 24 Stunden das Aussehen der Protoplasten wesentlich verändert: sie erscheinen „gefurcht“, d. h. von allerhand Linien regellos durchzogen und gefeldert und erinnern einigermaßen an das durch seine Windungen gekennzeichnete Oberflächenbild eines Hirns: die Zellen sind nicht mehr mit einem Zellsaftraum, sondern mit mehreren, vielen, mit hundert und mehr Räumen jener Art ausgestattet, die in Zahl und Größe und Lagerung sich in der mannigfaltigsten Weise unterscheiden können. (Fig. 1).

---

[1]) ÅKERMANN, Å., Studier över trådlika protoplasmabildningar i vextcellerna (Lunds Univers. Årsskr. N. F. Avd. 2, Bd. 12, 1916, Nr. 4).

[2]) KÜSTER, E., Über Inhaltsverlagerungen in plasmolysierten Zellen. (Flora 100, 1910, p. 267.)

Ich habe in den letzten Jahren Gelegenheit gefunden, an *Allium-cepa*-Varietäten verschiedener Art das beschriebene Phänomen zu prüfen. Die nachfolgenden Mitteilungen beziehen sich namentlich auf „Rote Kartoffelzwiebeln“ und „Erfurter Blaurote“ (HAAGE & SCHMIDT-Erfurt): erstere haben kräftige purpurrote Anthocyanfärbung; die in Betracht kommenden Epidermiszellen sind dunkelrot, die Zellen des Grundgewebes farblos, nur ausnahmsweise zartrot; die „Erfurter Blauroten“ sind hell; die äußeren Schalen der Zwiebeln sind oft nur an der Spitze bläulichrot, im übrigen gänzlich anthocyanfrei oder ganz schwach rötlich; manche Zwiebelindividuen sind reichlicher mit Anthocyan ausgestattet.

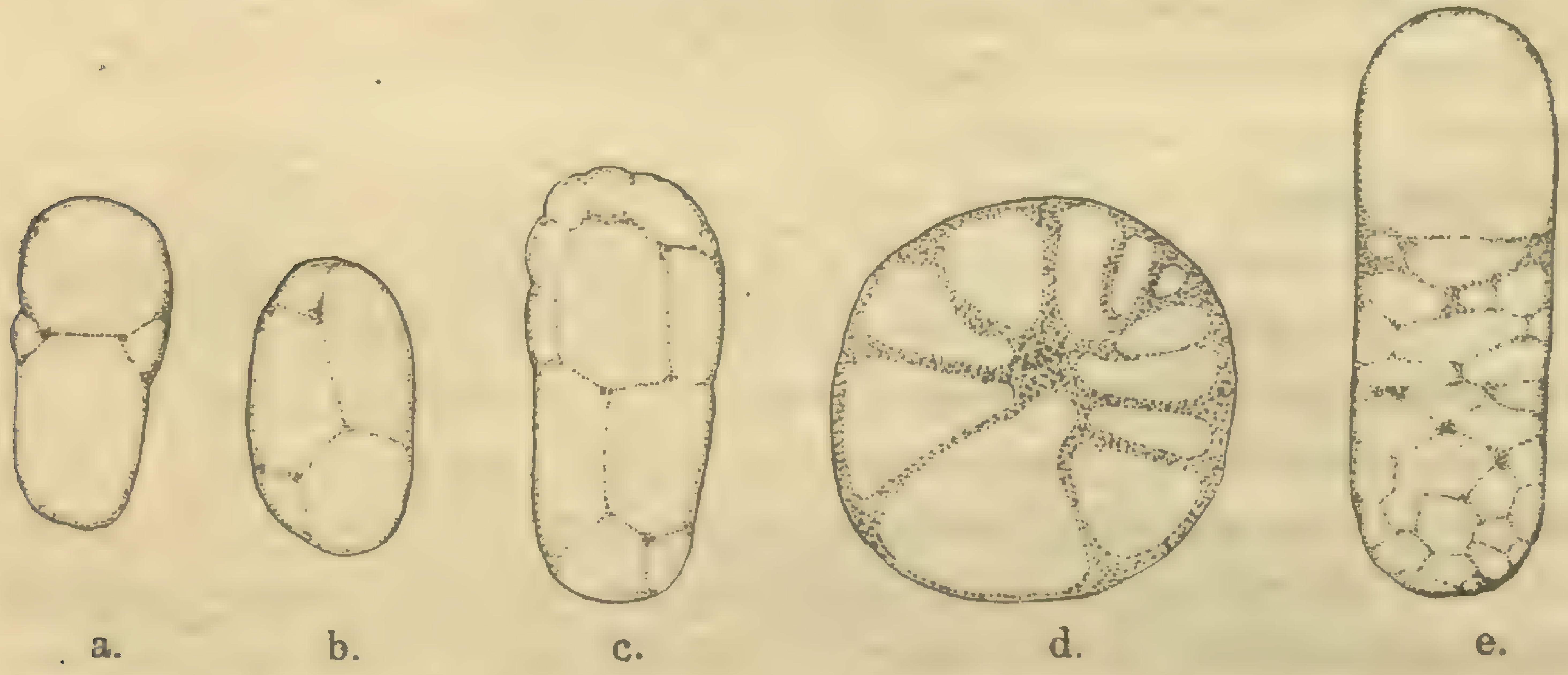


Abb. 1. Verschiedene Furchungsbilder; „Rote Kartoffelzwiebeln“ 8—10 Tage in n-Rohrzucker; bei d Protoplast mit radial orientierten Vakuolen, bei e zahlreiche kleine und eine große endständige Vakuole.

Zu entscheiden, ob in den plasmolysierten Zellen mehrere, durch cytoplasmatische Wände getrennte Vakuolen vorliegen — oder ein einheitlicher, von Zytoplasmasträngen durchzogener Zellsaftraum, ist manchmal schwierig. Anthocyanreiche Zellen bieten dem Beobachter wohl manche Vorteile, andererseits macht allzu reichlicher Anthocyangehalt die Zellen oft dunkler, als für die Beobachtung gut ist. Wenn auch bei Verwendung starken

---

1) Die von K. HECHT (Studien über den Vorgang der Plasmolyse. Dissert. Halle 1912) studierte „Fadenbildung“ war bei der Plasmolyse farbloser *Allium*-Zellen — auch bei Beobachtung der dem Beschauer zugewandten Fläche des kontrahierten Plasmateiles — sehr deutlich. Es macht keine Schwierigkeiten, der regellosen Verteilung der Plasmafäden über die Fläche des Plasmateiles nachzugehen und ihre Dichtigkeit zu prüfen; bei meinen Präparaten stieg ihre Zahl auf 40—60 000 pro mm^2, d. h. ein Plasmafaden auf 16—25 μ^2.

durchfallenden Lichtes die Ermittlung des Protoplastenbaues Schwierigkeiten macht, helfe man sich durch mechanische Zerstörung der „Morula“-Zellen oder durch Deplasmolyse. Bei mechanischer Zerstörung der kontrahierten und gefurchten Protoplasten gelingt es nicht selten, einige der ihn aufbauenden Plasmakammern zu zerstören, andere intakt zu lassen: dann erkennt man deutlich, daß der rote Zellsaft in mehreren getrennten Räumen untergebracht war. Noch besser ist es, durch Auswaschen des plasmolysierenden Mittels mit Wasser den Protoplasten wieder zur Schwellung zu bringen: die Vakuolen, die vorher nur durch dünne Zytoplasmalamellen von einander getrennt waren und sich durch gegenseitigen Druck in polyedrische Form gebracht hatten, runden sich dabei ab; einige Zytoplasmalamellen werden bei der Schwellung zwar zugrunde gehen, die Vielzahl der Vakuolen wird aber an den sich ausdehnenden Protoplasten leicht erkannt werden. Bequemer und mindestens ebenso instruktiv ist es, die Präparate längere Zeit — 8 bis 10 Tage oder noch länger — in dem Plasmolytikum liegen zu lassen: die Protoplasten schwellen dann wieder erheblich an; die Abrundung der in ihnen liegenden Vakuolen macht deren Vielzahl ohne weiteres deutlich. —

Die Frage nach der Ontogenese des Morulagebildes macht insofern Schwierigkeiten, als die geschilderte Verwandlung des Plasmastrukturbildes zu lange Zeit beansprucht, als daß sie in allen Phasen durch kontinuierliche Beobachtung ermittelt werden könnte. Dazu kommen die optischen Schwierigkeiten, die ein so dicker Protoplast der Beobachtung der in seinem Inneren sich abspielenden Veränderungen in den Weg stellt.

Gleichwohl darf als feststehend gelten, daß die Vielzahl der Vakuolen durch Teilung der ursprünglich einheitlichen entsteht — nicht durch Neubildung neuer Zellsaftblasen im Zytoplasma. Das Morulabild könnte auf dem zweiten Wege nur dadurch zustande kommen, daß im Zytoplasma zunächst kleine Vakuolen entstünden und diese — durch die Wirkung von Substanzen hoher osmotischer Kraft — sich auf Kosten der bereits vorhandenen Vakuolen vergrößerten und Anthocyan entweder neu entwickelten oder von den bereits vorhandenen Anthocyanvakuolen empfingen. Der Annahme von der Wanderung des Anthocyans durch die lebenden Vakuolenwände stehen aber die Erfahrungen von der Impermeabilität des Zytoplasmas für jenes im Wege, und wenn die geforderten osmotischen Vorbedingungen für das Wachstum der neu entstandenen Vakuolen verwirklicht wären, müßten diese auch dem den Protoplasten umspülenden Plasmolytikum Wasser entziehen — das aber müßte zu einer erheblichen Volumenzunahme des Protoplasten führen, von der während der Furchung nichts oder fast nichts zu erkennen ist.

Es wäre hiernach zu der Annahme zurückzukehren, daß nach der Plasmolyse die Vakuole sich teilt[1].

Went[2] hat an Objekten verschiedener Art die Teilung der Vakuolen geprüft und als früheste Phasen des Teilungsvorganges die Entstehung ringförmiger Zytoplasmaleisten beschrieben.

Die Bildung derartiger Plasmaringe habe ich niemals mit Sicherheit beobachten können. Vielmehr glaube ich die Entstehung der furchenden Zytoplasmawände mit den den einheitlichen Zellsaftraum durchziehenden Zytoplasmafäden in Beziehung bringen zu sollen[3]. Daß letztere zu segelartigen Plasmaflächen, zu allerhand verbreiterten Formen sich verwandeln können, ist bekannt[4]. Ähnliche Ausbreitungserscheinungen lassen, wie ich vermute, auch bei den *Allium*zellen aus dem Fädensystem schließlich ein Kammerwerk entstehen. Andererseits bewahrt aber die Bildung der Plasmalamellen insofern ihre Unabhängigkeit von den Plasmafäden, als auch in Zellen, die reich an solchen sind (Grundgewebszellen der *Allium*schuppen), die Furchung ausbleiben kann, und Furchung in Zellen eintritt, die keine Fäden besaßen — oder in welchen solche (ohne Fixiermittelbehandlung) nicht erkennbar waren. Hin und wieder habe ich Zytoplasmakugeln beobachtet, in deren Zellsaftraum eine Zytoplasmaleiste so vorsprang, wie auf Fig. 2 veran-

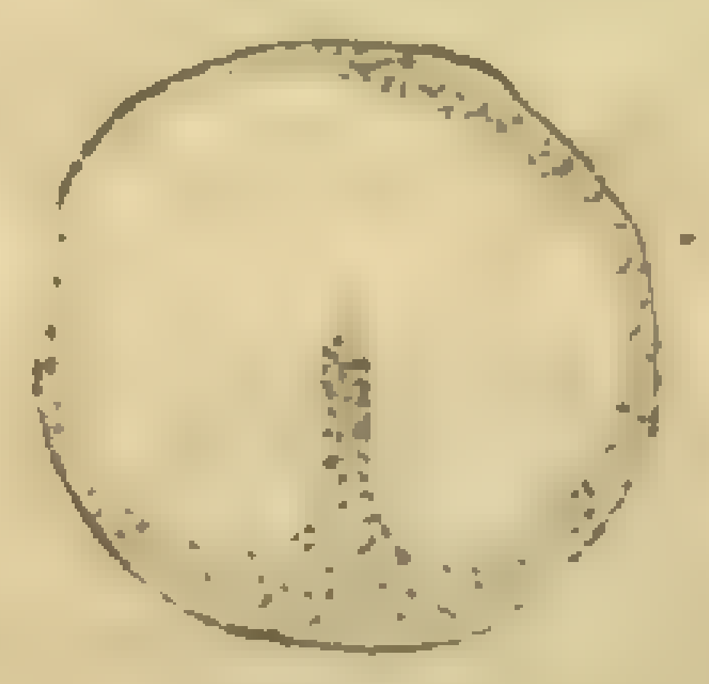


Abb. 2. Unvollkommene Furchung; Zwiebelrasse wie bei Abb. 1.

---

[1] Obwohl Åkermann nur von Plasmafäden und Plasmasträngen spricht, lassen mich seine Fig. 28 (a. a. O. 1916. p. 52) und deren Übereinstimmung mit den von mir beobachteten Strukturen nicht daran zweifeln, daß auch ihm Plasmalamellen und geteilte Vakuolen vorgelegen haben.

[2] Went, F. A. F. C., Die Vermehrung der normalen Vakuolen durch Teilung (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 19, 1888, p. 295).

[3] Vgl. Went, a. a. O. 1888.

[4] Vgl. z. B. die Abbildung bei M. Heidenhain, Plasma u. Zelle. Bd. 1, Jena 1907, p. 458, Fig. 251.

schaulicht ist: es handelt sich bei dieser nicht um einen Zytoplasmazapfen, sondern um eine die Vakuole unvollkommen septierende Leiste von erheblicher Dicke; vielleicht hat man bei Bildungen dieser Art es mit unfertig gebliebenen Vakuolenteilungen zu tun[1]). —

Über die Teilung, welche lebende Vakuolen bei gewaltsamer Einschnürung und ohne solche im normalen Entwicklungsgang der Zellen erfahren, haben namentlich DE VRIES und WENT[2]) eingehend berichtet.

Im vorliegenden Falle handelt es sich um wiederholte Teilung von Vakuolen, die Dauergewebszellen angehören und bei typischem Fortgang der Entwicklung keine Teilungen erfahren hätten —, durch äußere Eingriffe lassen sich jene Vakuolen zur Teilung bringen. In dieser Abhängigkeit von äußeren Eingriffen gleicht der hier beschriebene Furchungsvorgang der zuerst von DARWIN und DE VRIES untersuchten Erscheinung der Aggregation[2]); allerdings tritt die Furchung in den Zwiebelzellen erheblich später ein als diese[3]).

Soweit meine Erfahrungen reichen — ich arbeitete mit $CaCl_2$, $Ca(NO_3)_2$, KNO_3 und Rohrzucker — hat die Wahl des Plasmolytikums keinen prinzipiellen Einfluß auf das Auftreten und den Ablauf des Furchungsvorganges. Was ich über den Einfluß verschiedener chemischer Agentien, die ich dem Plasmolytikum zusetzte, beobachten konnte, läßt sich dahin zusammenfassen, daß nur diejenigen Mittel, die das Leben der Zelle schädigend beeinflußen, die Furchung aufhielten oder ganz ausbleiben ließen.

Licht- und Dunkelversuche verhielten sich einander gleich.

---

[1]) Mit den von DE VRIES (Plasmolytische Studien über die Wand der Vakuolen, Jahrb. f. wiss. Bot. 1885, Bd. 16, p. 465) beschriebenen Vakuolenformen (Fig. 5, Tab. XXIII) haben die hier geschilderten Gebilde wohl äußerlich eine bescheidene Ähnlichkeit, ontogenetisch aber nichts zu tun. Identisch sind die von mir beobachteten Teilungsprozesse offenbar mit den von ÅKERMAN (Untersuchungen über die Aggregation in den Tentakeln von *Drosera rotundifolia*, Bot. Notiser 1917, p. 145) abgebildeten (Fig. 2, p. 154).

[2]) Vgl. DE VRIES, Über die Aggregation im Protoplasma von *Drosera rotundifolia* (Botan. Zeitg. 1886, Bd. 44, p. 1). ÅKERMANN. a. a. O., 1917; dort weitere Literaturangaben.

[3]) Die 1885 von DE VRIES (a. a. O., p. 501 ff.) „nachgewiesene Fähigkeit, sich unter dem Einfluß künstlicher Eingriffe zu teilen“, bezieht sich auf Vakuolen, die unter dem Einfluß mechanischen Drucks sich in zwei oder mehr Anteile zerlegen lassen.

Tiefe Temperaturen (+4 bis 6° C) lassen die Furchung ausbleiben. Präparate, welche mehrere Tage der tiefen Temperatur ausgesetzt waren, furchen sich nachträglich noch, wenn sie in höhere Temperatur (12—18° C) gebracht werden.

Nur die Epidermiszellen der Zwiebelschuppen sind im allgemeinen zur Furchung geneigt. In den unter ihnen liegenden Grundgewebszellen ruft zwar Plasmolyse mit n-Ca Cl_2 und anderen Mitteln dieselbe Anhäufung des Zytoplasmas und dieselbe Bildung einer bikonvexen Zytoplasmalinse hervor; der Zellsaftraum bleibt aber im allgemeinen unseptiert. Die ihn durchziehenden Zytoplasmastränge werden aber bei manchen Varietäten nach mehrtägiger Plasmolyse besonders auffällig. Diese durch die Plasmolyse bedingte Veränderung läßt vermuten, daß auch hinsichtlich der Fähigkeit zur Furchung kein prinzipieller Unterschied zwischen Epidermis und Grundgewebe besteht; in der Tat habe ich bei einer anthocyanreichen Zwiebelvarietät, deren Namen mir leider nicht bekannt ist, auch die kontrahierten Protoplasten der Grundgewebezellen das typische Morulabild annehmen sehen.

Daß Schädigung der Zellen auch dann, wenn sie nicht zur Desorganisation des Zytoplasmas führt, die Furchung leicht ausbleiben läßt, findet darin seinen Ausdruck, daß die Randzellen eines Präparates die Furchung oft vermissen lassen, auch wenn die Zellen, die im Inneren desselben Präparates liegen, durchweg kräftige Furchung erfahren. Die hieraus sich ergebende Nötigung, mit dicken Schnitten zu arbeiten ist für die Beobachtung vieler Einzelheiten nicht günstig.

Auch bei Zellen oder Zellenarten, bei welchen nicht auf Schädigung irgend welcher Art geschlossen werden darf, bleibt die Furchung oft aus. Unterschiedlich verhalten sich ferner oft die Teilstücke eines und desselben Protoplasten, die nach Plasmolyse in einem Zellenraum beieinander liegen: manchmal erfahren alle Teilstücke energische Furchung, in anderen Fällen nur einer oder nur einige von ihnen.

Für *Tradescantia virginica* habe ich früher[1]) zeigen können, daß der Zellkern auf die gestaltlichen Veränderungen plasmolysierten Zellinhalts nicht ohne Einfluß ist: im kernhaltigen Zytoplasmaballen tritt linsenförmige Häufung des Plasmas ein, im kernlosen unterbleibt diese oft.

---

[1]) **Küster**, a. a. O. 1910.

Das von KLEBS eingeführte Verfahren[1]), auf plasmolytischem Wege einen Protoplasten in ein kernhaltiges und ein kernloses Stück zu zerlegen und durch vergleichende Beobachtung beider Aufschluß über das Wirken des Zellkernes zu bekommen, führte bei Präparaten, die von „Erfurter Blauroten“ hergestellt worden waren, zu der Erkenntnis, daß unter Umständen, welche in den Zellen dieser Rasse oft verwirklicht sind, der Zellkern für den Furchungsprozeß unentbehrlich ist. Die Protoplasten lang gestreckter Epidermiszellen zerfallen bei Plasmolyse (n-Ca Cl_2) oft in zwei, nicht selten in mehr als zwei Teilstücke. Bei den von farblosen (oder nahezu farblosen) Schuppen der genannten Zwiebelrasse[2]) gewonnenen Präparaten zeigte sich, dass durchweg nur das zellkernhaltige Stück des Protoplasten sich furchte, und daß das bezw. die kernlosen Stücke ungefurcht blieben (Fig. 3). Zählungen, die an jodfixierten Präparaten vorgenommen wurden, ergaben, daß 100% der durch Plasmolyse zerschnürten Protoplasten hinsichtlich der

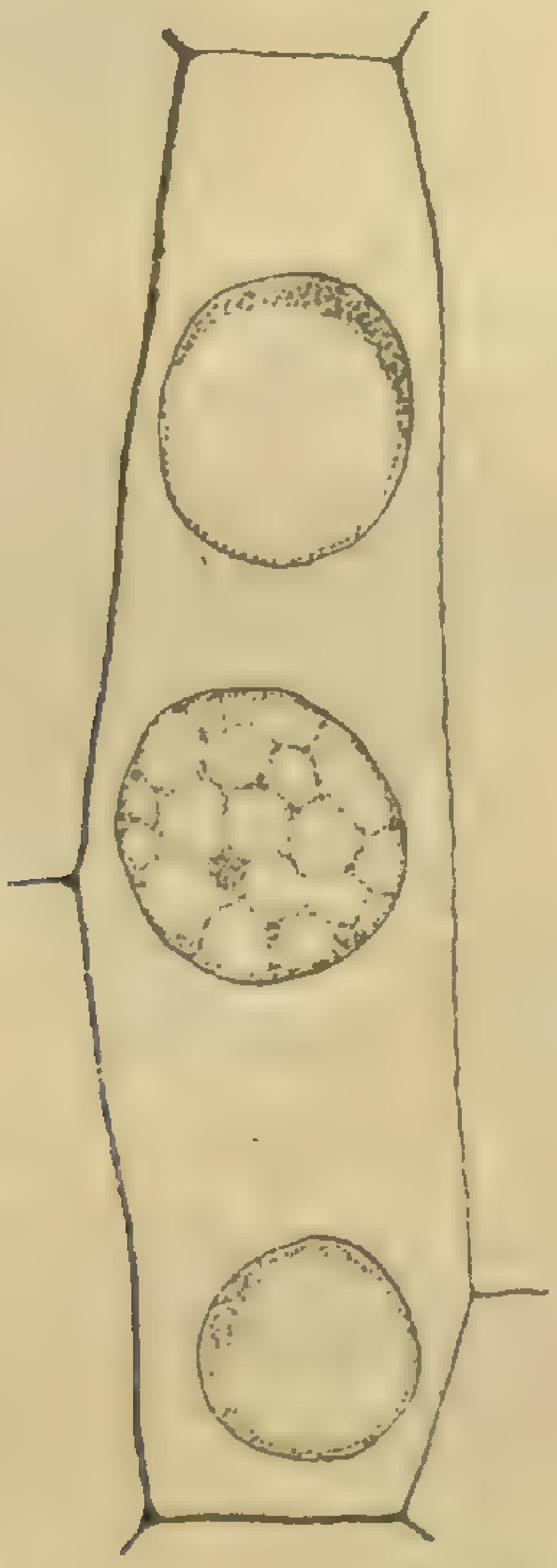


Abb. 3. Verhalten kernhaltiger und kernloser Protoplasten: der mittlere Anteil ist im Besitz des Zellkerns und hat sich gefurcht; die beiden kernlosen Stücke sind ungefurcht geblieben. „Erfurter Blaurote“ 10 Tage in n-$CaCl_2$.

---

[1]) KLEBS, G., Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle (Unters. aus d. bot. Inst. Tübingen 1888, Bd. 2, p. 489).

[2]) Die inneren Zwiebelschuppen sind nicht so pigmentreich, wie der Name der Varietät vielleicht erwarten läßt.

Furchung die hier genannten Beziehungen zwischen Zellkern und Vakuolenteilung bestätigten. Der kernhaltige Teil der Protoplasten ist im allgemeinen auch das mit Zytoplasma reicher ausgestattete Stück. Daß aber der Reichtum an Zytoplasma nicht das entscheidende Moment sein kann, geht aus denjenigen Fällen hervor, in welchen ausnahmsweise der kernlose Protoplasmaballen substanzreicher ausgefallen ist, als der kernhaltige.

Andere Zwiebelvarietäten verhalten sich anders als die „Erfurter Blauroten“. Bei den roten „Braunschweigern“, bei den „roten Kartoffelzwiebeln“ u. a. sah ich kernhaltige und kernlose Zytoplasmaballen sich in gleicher Weise furchen — auch dann, wenn der Zelleninhalt sich in drei oder vier Teilstücke zerlegt hatte. Die Vermutung liegt nahe, daß irgend welche Stoffwechselvorgänge, die im Auftreten bezw. Ausbleiben der roten Farbstoffe ihren Ausdruck finden, von Bedeutung für die Furchung kernloser Protoplasten sein könnten.

Daß verschiedene Zwiebelrassen sich hinsichtlich der Furchung kernhaltiger und kernloser Plasmastücke verschieden verhalten, daß also die Beziehungen zwischen Gegenwart des Zellkerns und seinen Wirkungen einerseits, dem Prozeß der Vakuolenteilung andererseits keine unlösbar festen sind, kann nicht überraschen, nachdem sich hat zeigen lassen, daß die vom Zellkern in hohem Maße abhängige Membranbildung auch an kernlosen Plasmaballen erfolgen kann[1]), oder daß auch kernlose Fragmente von Protozoen Regeneration erfahren können[2]).

Wie bei anderen Unterschieden im Verhalten kernhaltiger und kernloser Plasmastücke ist auch bei dem hier erläuterten das Plus auf Seite des kernhaltigen. Vielleicht darf man in den hier mitgeteilten Beobachtungen eine Bestätigung der von ÅKERMAN[3]) ausgesprochenen Vermutung finden, nach welcher die von ihm und mir beschriebenen Änderungen in der Konfiguration des Plasmas eine Wirkung lebhaften Stoffwechsels sind. —

Die hier beschriebenen Plasmastrukturen vermehren die Zahl der von MOLISCH[4]) beschriebenen Fälle grobschäumigen Zytoplasmas.

---

1) Vgl. namentlich PALLA, Über Zellhautbildung kernloser Plasmateile (Ber. d. d. bot. Ges. 1906, Bd, **24**, p. 408).

2) Vgl. z. B. PROWAZEK, Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoen), Leipzig-Berlin 1910, p. 106.

3) ÅKERMAN, a. a. O., 1916, p. 61.

4) MOLISCH, H., Das Plasmamosaik in den Raphidenzellen der Orchideen *Haemaria* und *Anoectochilus* (Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Bl. Abt. I, Bd. **126**, 1917, p. 231).

Meine Bemühungen, weitere Beispiele zu finden, waren bisher vergeblich: wahrscheinlich ist das den Zwiebelzellen gegenüber brauchbare Verfahren vielen andern Zellenarten zu gewaltsam.

Bonn, Januar 1918.

36. H. Harms: Ueber die Geschlechtsverteilung bei Dryas octopetala L. nach Beobachtungen im Kgl. Botanischen Garten Berlin-Dahlem.

(Mit 1 Abb. im Text und Tafel X.)

(Eingegangen am 31. Mai 1918.)

Als Anfang Mai d. J. *Dryas octopetala* L.[1]) in den pflanzengeographischen Anlagen des Botanischen Gartens Berlin-Dahlem sehr reichlich blühte, fielen mir auf dem die Flora der skandinavischen Gebirge darstellenden Hügel in den üppig blühenden Polstern mit ihren leuchtend weißen, in der Mitte durch die Staubbeutel gelb gefärbten, eine weithin sichtbare „Schaufläche" bildenden Blütensternen einige ziemlich eng umschriebene Stellen auf, die sich durch eine fast reinweiße Farbe abhoben, wo also das Gelb der Blütenmitte fehlte. Nähere Prüfung ergab, daß an diesen Stellen die Blüten keine voll entwickelten Staubblätter mit gelben Antheren besaßen, daß vielmehr die Staubblätter stark verkürzt und verkümmert waren und statt der normalen gelben dicht mit Pollen gefüllten Beutel nur kleine hellgelbliche oder im vertrockneten Zustande rotbräunliche bis gelbbräunliche meist taube Antheren hatten. Diese offenbar weiblichen Blüten scheinen auch durchschnittlich etwas kleiner zu sein als die normalen Zwitterblüten, von denen sie sich auch dadurch unterscheiden, daß ihre weißen Blumenblätter häufig mehr zusammenneigen und nicht so weit ausgebreitet sind wie die der Zwitterblüten. Die Pistille der weiblichen Blüten sind gut entwickelt und überragen die sehr kurzen Staubfäden.

---

1) Über die Verbreitung der Art vgl. besonders C. SCHRÖTER (Pflanzenleben der Alpen (1908) 189) und ASCHERSON-GRAEBNER (Synops. mitteleurop. Fl. VI. (1905) 889).

Nach den Beobachtungen im Bot. Garten[1]) kann ich folgende, durch mannigfache Übergänge mit einander verbundenen Blütenformen unterscheiden:

1. Die weitaus große Mehrzahl der Blüten ist zwitterig (Staubblätter mit gelben, später stäubenden Antheren; Pistille gut entwickelt). Ihre Blumenblätter sind in der voll entwickelten Blüte meist sternförmig ausgebreitet. Die Größe der Blüten schwankt (mit ausgebreiteten Blumenblättern) etwa zwischen 2,5 und 4 cm oder etwas mehr (Kelchzipfel der größeren Blüten 8—11 mm lang, Petalen 13—16 mm lang, 8—10 mm breit, Staubblätter 8—11 mm, Pistille 8—10 mm lang). — In der Länge der Staubblätter im Vergleich mit der der Pistille bestehen Verschiedenheiten, nach denen man zwei unmerklich in einander übergehende Formen unterscheiden kann. a) Die Staubblätter überragen in der vollentwickelten Blüte die Pistille etwas oder sie kommen ihnen an Länge ungefähr gleich (Abb. B, E). Bei solchen Blüten ragen die in der Mitte der schüsselförmigen Blütenachse etwas vertieft stehenden Pistille in der Knospe nicht über die anfangs einwärts gekrümmten Staubblätter hervor; die Narben sind etwas versteckt in dem Bündel der Staubblätter, deren Antheren noch geschlossen sind. Öffnet sich die Blüte, breiten sich also die Petalen sternförmig aus, so strecken sich zunächst die äußeren, dann die inneren Staubfäden, sich etwas nach außen richtend, und das Ausstäuben der Beutel schreitet von außen nach innen fort. Ungefähr gleichzeitig oder etwas später sind die Narben empfängnisfähig und richten sich etwas nach außen. Die Antheren stehen dann meist etwas über den Narben oder in ungefähr gleicher Höhe mit ihnen. In solchen Blüten, die man als homogam oder schwach protandrisch bezeichnen muß, kann durch die den Narben sehr nahe oder über ihnen stehenden Antheren Selbstbestäubung stattfinden; man findet auch oft die Narben in diesem Falle mit gelbem Blütenstaub bedeckt, der größtenteils von den benachbarten Antheren derselben Blüte herrühren dürfte. — b) Die Staubblätter sind in der voll entwickelten Blüte etwas kürzer als die Pistille, so daß die Narben meist etwas höher stehen als die Antheren (Abb. F). In weit entwickelten, eben vor dem Aufblühen stehenden Knospen findet man die Pistille mit ihren etwas nach außen spreizenden Narben

---

[1]) Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Oberinspektor PETERS stammen alle im Garten kultivierten Polster der Art aus den Alpen; nähere Herkunft läßt sich nicht mehr ermitteln. Die Art wird schon seit längerer Zeit in Gärten kultiviert; vgl. z. B. REGEL in Gartenflora IX (1860) 117 t. 286 (Petersburg); C. K. SCHNEIDER, Illustr. Handb. Laubholzk. I. (1905) 525.

etwas hervorragen über die dann noch nach innen eingebogenen Staubblätter mit den noch geschlossenen Beuteln. Entfaltet sich die Blüte, so strecken sich wie im vorigen Falle erst die äußeren, dann die inneren Staubblätter und richten sich etwas auswärts, wobei ihre Antheren zu stäuben beginnen. Die Staubblätter erreichen dann etwa die Länge der Pistille oder bleiben etwas kürzer. Bei solchen Blüten kann man von schwacher Protogynie sprechen, da oft die Narben schon empfängnisfähig und nach außen gerichtet sind, wenn die unter ihnen stehenden Antheren noch geschlossen sind. Demnach scheinen mir die übrigens im Garten von Insekten[1]) aller Art (Hummeln, Bienen, Fliegen, auch Ameisen, letztere zerfressen die Antheren) reich besuchten *Dryas*-Blüten zwischen Homogamie, schwacher Protandrie und schwacher Protogynie zu schwanken. Meist treten die Blüten der Form a) und die der Form b) in getrennten Polstern oder Gruppen auf; seltener findet man beide Formen an einer Nebenachse vereinigt. — Die Pollenkörner[2]) sind flach gedrückt kugelig oder kissenförmig, gerundet oder stumpf dreikantig, mit je 1 schmal elliptischen Keimpore an den 3 stumpfen Ecken, und mit fein gekörnelter Außenhaut (Abb. J). — L. RICCA (in Atti Soc. Ital. sc. nat. XIV. 4. (1872) 253) gibt für unsere Pflanze leichte Protogynie an. Nach H. MÜLLER (Alpenblumen (1881) 227) ist die Art oft schwach protogynisch oder in anderen Fällen schwach protandrisch; spontane Selbstbestäubung ist möglich. „In den soeben erst sich öffnenden Blüten ragen oft die Stempel mit entwickelten Narben aus der Mitte der noch geschlossenen und nach innen gekrümmten Staubgefäße hervor, so daß RICCA für diesen Fall recht hat, wenn er die Blüten als schwach proterogyn bezeichnet. Oft liegen aber auch zu Anfang der Blütezeit die Narben unter den nach innen gekrümmten und noch geschlossenen inneren Staubgefäßen so verdeckt, daß sie erst lange nach den äußeren Antheren, nämlich erst dann, wenn auch die inneren sich nach außen breiten und aufspringen, frei werden und in Funktion treten. Solche Blüten müssen ihrer Funktion nach als proterandrisch bezeichnet werden.“ Vergl. auch H. MÜLLER, Fertilis. of flowers (1883) 228. Nach A. SCHULZ (Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtg. II. (1890) 64) sind die Blüten bald stärker, bald schwächer proterogyn;

---

1) Vgl. über Insektenbesuch P. KNUTH, Handbuch d. Blütenbiol. II. 1. (1898) 362.

2) EWALD STERNER (Arkiv för Bot. XII. Nr. 12. (1913) 11) fand in Skandinavien (Abisk) teils stärkereiche, teils stärkearme oder stärkefreie Pollenkörner.

die Narben besitzen gar nicht selten noch während des Verstäubens der Antheren der äußeren Staubgefäße ihre vollständige Konzeptionsfähigkeit; bis zum Ausstäuben der inneren Staubgefäße pflegen sie jedoch nur in ganz vereinzelten Fällen lebensfrisch zu bleiben. LINDMAN hat in Skandinavien Protogynie mit darauf sich einstellender Homogamie beobachtet (Bihang till K. Svensk. Vet. Akad. Handl. XII. Afd. III. Nr. 6. (1887) 63). Nach C. SCHRÖTER (Pflanzenleb. der Alp. (1908) 189) sind die Blüten anfangs protogynisch und in diesem Stadium ist nur Fremdbestäubung möglich; erst wenn sich die inneren Antheren öffnen, ist Selbstbestäubung leicht möglich. In Spitzbergen ist die Art stets homogam (nach G. ANDERSSON u. H. HESSELMAN in Bih. Sv. Vet. Akad. Handl. XXVI. Nr. 3 (1901) 21). Nach O. EKSTAM (in Tromsö Mus. Aarsheft. XVIII. (1897) 109—198) haben die Blüten auf Novaja Semlja einen Durchmesser von nur 10—25 mm und sind homogam; spontane Selbstbestäubung ist möglich. — Im großen und ganzen verhalten sich danach die kultivierten Exemplare ganz ähnlich wie die wilden.

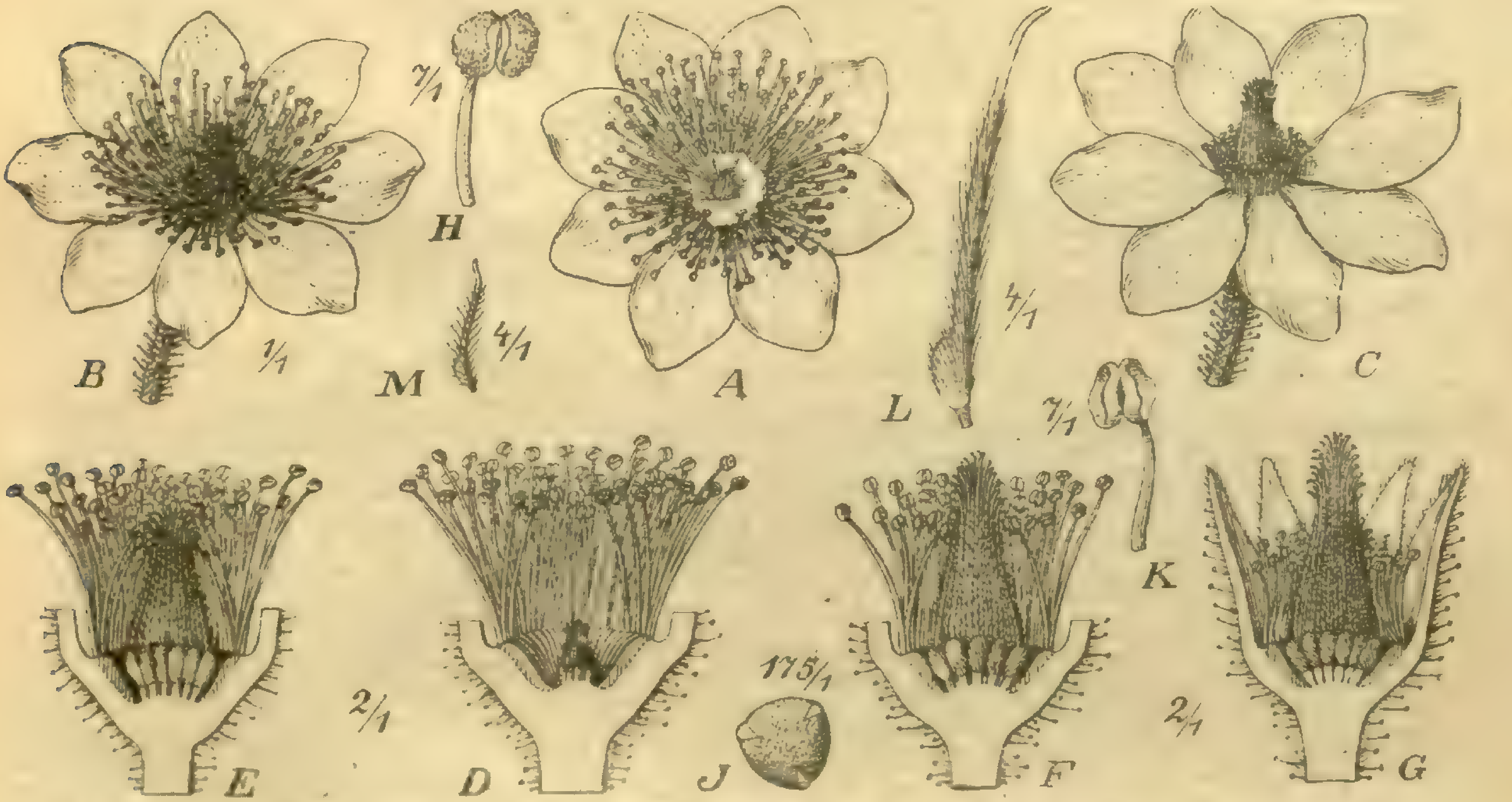


Abb. 1. Blütenformen von *Dryas octopetala* L. A, B, C Männliche, hermaphrodite und weibl. Blüte. D Männl. Blüte im Längsschnitt (ohne die Blumenblätter). E u. F. Zwitterblüten i. L. (eine mit längeren und eine mit kürzeren Staubblättern). G Weibl. Blüte i. L. H Staubblatt. J Pollenkorn. K Verkümmertes Staubblatt einer weibl. Blüte. L Pistill. M Verkümmertes Pistill einer männl. Blüte.

2) An denselben Seitenachsen treten neben Zwitterblüten auch männliche Blüten auf (Abb. A, D); bisweilen trägt eine Seitenachse

auch nur männliche Blüten. Diese sind in der Größe den hermaphroditen meist ungefähr gleich (Durchmesser 2,5—3,5 cm), doch gibt es gelegentlich auch kleinere (Staubfäden in den größeren Blüten 8—10 mm, in den kleineren 4—5 mm lang). Andromonoecie ist also im Garten sehr verbreitet; Androdioecie konnte ich nicht mit Sicherheit nachweisen. Im Inneren der schüsselförmigen Honig abscheidenden Blütenachse finden wir ein Fruchtknotenrudiment, das bald nur ein winziges rotbräunliches spitzes Höckerchen aus ganz kurzen, schmalen Pistillen (Abb. M) darstellt[1]), bald ein etwas längeres, grünliches Gebilde ist; nicht selten ist das Rudiment auf der einen Seite stärker reduziert, als auf der anderen, an der wir dann längere, grüne Pistille haben. Zwischen den männlichen Blüten, in denen ich übrigens stets ein, wenn auch nur winziges Rudiment des anderen Geschlechtes sah, und der zwitterigen Form mit längeren Staubfäden a) gibt es viele Übergänge; die Polster, welche Zwitterblüten der letzteren Form haben, tragen sehr oft auch männliche Blüten.

3) An denselben Seitenachsen, besonders an solchen, die Zwitterblüten mit kürzeren Staubblättern der Form b) haben, treten gelegentlich weibliche Blüten auf (Abb. C, G). Doch giebt es auch Seitenachsen, die nur weibliche Blüten haben, ferner giebt es an verschiedenen Stellen des Gartens Polster, die ausschließlich weibliche Blüten tragen. Demnach kommt Gynomonoecie und Gynodioecie vor. Bei den weiblichen Blüten überragen schon in der Knospe die gut entwickelten Pistille bedeutend die sehr kurzen Staubblätter, die in der entwickelten Blüte oft nur 3—4 mm lang werden und nur hellgelbliche kleine, bisweilen schon in der Knospe oder erst später vertrocknende gelbbräunliche oder rotbräunliche nicht stäubende Beutel haben. Nicht selten treten zwischen den verkümmerten und verkürzten Staubblättern einige längere mit besser entwickelten bisweilen sogar stäubenden Antheren auf, und zwar können diese sowohl den äußeren wie den inneren Kreisen angehören. In diesen weiblichen Blüten neigen die Blumenblätter gern etwas breittrichterförmig zusammen. Die Blütengröße ist durchschnittlich etwas geringer als bei den voll entwickelten Zwitterblüten; sie schwankt etwa zwischen 2—3 cm (Blumenblätter oft 11—13 mm lang, 8—9 mm breit). Zwischen den weiblichen Blüten und der zwitterigen Form mit kürzeren Staubblättern gibt es viele Übergänge. Schon nach dem äußeren Eindruck ist die Zahl der Staubblätter in den weiblichen Blüten geringer als in den Zwitterblüten;

---

1) Es ist sehr oft noch viel kleiner als in der dargestellten Blüte A.

nach einigen oberflächlichen Zählungen beträgt sie in jenen zwischen 60 und 90, während sie in den hermaphroditen Blüten meist über 100 bis 150 ausmacht. In den verkümmerten Antheren der weiblichen Blüten habe ich meistens keine Pollenkörner bemerkt; gelegentlich treten solche in jungem unentwickeltem Zustande auf. Auch die abgeblühten weiblichen Blüten, deren Pistille sich bereits erheblich vergrößert und verlängert haben, sind noch an den im Kelche eingeschlossenen winzigen Staubgefäßen zu erkennen, während in denselben Zuständen der Zwitterblüten die längeren Staubgefäße mit den vertrockneten leeren Antheren zwischen den Kelchzipfeln teilweise herausragen. Hin und wieder findet man in den weiblichen Blüten Mittelformen zwischen Staubblättern und Petalen, welch letztere dann kleiner sind, etwas genagelt[1]), mit winziger Spreite. Übrigens treten solche Mittelformen auch in den öfter zu beobachtenden teilweise gefüllten Blüten auf, die mehr als 8 oder 10 Blumenblätter haben. Auch SCHRÖTER erwähnt gefüllte Blüten aus den Alpen (l. c. Fig. 68, 4).

Androdioecie und Andromonoecie ist von *Dryas octopetala* schon lange bekannt. SEVERIN AXELL (Om anordning. för de fanerogama växtern. befruktn. (1869) 111) bezeichnet die Art als dioecisch polygam, nach seinen Beobachtungen in Schweden, unter Hinweis auf S. 45 u. 47 seiner Abhandlung. S. 45 wird die Art als Beispiel für den Fall genannt, daß auf einem Teil der Stöcke nur männliche Blüten, auf anderen nur zwitterige Blüten vorkommen. Dieser Angabe widerspricht der S. 47 gelegentlich der Erwähnung von Rudimenten des anderen Geschlechts in eingeschlechtigen Blüten vorkommende Hinweis auf „honblomman“ (weibl. Blüte) bei derselben Art, die hier mit dem S. 45 als gynodioecisch beschriebenen *Polygonum viviparum* zusammengestellt wird. Es ist wohl anzunehmen, daß dem Verf. S. 47 ein Irrtum untergelaufen ist, wenn er im Widerspruch zu seiner vorher genaueren Angabe dort der Art eine weibliche Blüte zuschreibt.

Nach H. MÜLLER (Alpenblumen (1881) 227) ist die Pflanze in den Alpen androdioecisch; die kleinsten Blumen sind immer rein männlich, doch stehen die größten männlichen hinter den größten zweigeschlechtigen nur wenig zurück und übertreffen die kleineren zweigeschlechtigen an Größe erheblich; die Blumengröße ist bei den männlichen Stöcken unverkennbar geringer als bei zwitterigen. A. SCHULZ (Beitr. zur Kenntn. Bestäubungseinrichtg. Pflz. II. (1890) 64 u. 186) fand auch in den Alpen überall männliche Blüten neben den zwitterigen, die Größe der ♂ Blüten entspreche durchschnittlich ungefähr derjenigen der kleineren ☿ Blüten (beide Formen variieren sehr in der Größe), doch finden sich auch nicht selten solche ♂ Blüten, welche den größten Zwitterblüten völlig gleichkommen. Nach ihm kommen die ♂ Blüten, die stets sichtbare, aber von Blüte zu Blüte alle Grade der Reduktion durchlaufende weibliche Rudimente[1]) haben, gewöhnlich auf besonderen Individuen vor; doch treten auch überall in verschiedener Art der Verteilung und Häufigkeit andromonoecische Stöcke auf; beide Blütenformen kommen entweder ganz ohne Ordnung auf derselben Nebenachse vor, oder sind häufiger so verteilt, daß jede Nebenachse nur eine Form trägt. Im Garten scheinen die Nebenachsen meist beide Blütenformen (hermaphrodite und männliche) zu haben, falls in dem Polster überhaupt ♂ Blüten vorkommen; seltener findet man Nebenachsen, die nur letztere Form haben.

---

[1]) In Spitzbergen gibt es eine *Forma unguiculata* Andersson et Hesselman (in Bih. Sv. Vet Akad. Handl. XXVI. 3. (1901) 21 Fig. 6), mit genagelten Blumenblättern. C. SCHRÖTER (l. c. 191) erwähnt Übergangsformen aus der Schweiz mit besonders schmalen Petalen (l c. 190 Fig. 68).

LINDMAN (Bih. Svensk. Vet. Akad. Handl. XII. 3. Nr. 6. (1887) 63) fand in Dovrefjeld (Skandinavien) keine androdioecischen Exemplare. Androdioecie und Andromonoecie wird auch von E. LOEW (Blütenbiolog. Florist. (1894) 37) für die Alpen angegeben; in Groenland soll sich die Pflanze (nach WARMING) wie in den Alpen verhalten (S. 99, 115). S. 377 wird sie unter den Arten mit männlicher Pleogamie genannt. Die neueren Werke (P. KNUTH, Handb. der Blütenbiol. II. 1. (1898) 361 u. III. 2. (1905) 333; C. SCHRÖTER, Pflanzenleb. Alp. (1908) 189; O. VON KIRCHNER, Blum. u. Insekt. (1911) 25; F. W. NEGER, Biol. d. Pflz. (1913) 592) geben Androdioecie und Andromonoecie oder nur jene an. Dagegen vermisse ich in der Literatur einen Hinweis auf das Vorkommen weiblicher Blüten; und dies veranlaßte mich zur Veröffentlichung meiner Beobachtungen im Garten, die natürlich noch der Ergänzung durch solche in der Heimat der Art bedürfen. Die Durchsicht des Herbars[2]) ergab nur sehr spärliche oder zweifelhafte Belege für das

---

[1]) Wenn H. MÜLLER sagt, daß die Stempelrudimente in den ♂ Blüten durchschnittlich um so stärker verkümmert zu sein scheinen, je kleiner die Blüten sind, so trifft das nach meinen Beobachtungen nicht zu, denn ich fand in den größten ♂ Blüten oft ganz winzige Pistillhöcker.

[2]) Ich fand jedoch ein offenbar weibl. Exemplar, das einige Blüten mit ganz kurzen Staubfäden u. winzigen Antheren trägt (Lapponia lulensis, Andersson). Während männliche Blüten in den Alpen öfter gesammelt worden sind, findet man nur äußerst selten solche, die weiblich sein dürften (z B. eine Blüte eines Exemplars von Reichenhall, H. VON SEEMEN).

Vorkommen weiblicher Blüten an wilden Stöcken; es ist gewiß unwahrscheinlich, daß weibliche Formen nur in der Kultur auftreten.

Auch bei der im arktischen Amerika und besonders in Groenland vorkommenden sehr nahe verwandten, nur durch meist ganzrandige kleinere Blätter verschiedenen *Dr. integrifolia* Vahl[1]) (vergl. KNUTH, l. c. 363 Fig. 112 auf S. 362) kommen zweigeschlechtige und männliche Blüten vor (nach E. WARMING in Overs. Vidensk. Selsk. Forh. Kjoebenhavn 1886, S. 127, Fig. 6). Die Zwitterblüten sind homogam oder schwach protogynisch oder auch schwach protandrisch; in ihnen kann leicht spontane Selbstbestäubung erfolgen. Die Zwitterblüten sind größer als die männlichen, jedoch die kleinsten Formen der ersteren etwas größer als die größten der letzteren (Kronblätter 8—11, wenn jung, weiß oder gelblichweiß, später dunklergelb oder braungelb).

Die auch im Bot. Garten kultivierte nordamerikanische *Dr. Drummondii* Richards.[2]) hat etwas nickende, meist lang gestielte Blumen mit gelben Petalen. Ich sah nur Zwitterblüten, die meist homogam zu sein scheinen. Der Kelch und die Krone neigen glockenförmig zusammen. Bei der etwas hängenden Stellung der Blume kann Selbstbestäubung leicht eintreten.

Nach obigen Mitteilungen gehört *Dr. octopetala* zu den Arten, die Andromonoecie und Androdioecie mit Gynomonoecie und Gynodioecie verbinden. Demnach wird sie unter die 3. Gruppe der von E. LOEW unterschiedenen Fälle von Pleogamie (S. 378) zu rechnen sein, zugleich überwiegen bei ihr die Zwitterblüten. Die nahestehende Gattung *Geum*[1]) scheint nur Andromonoecie und Androdioecie zu haben (was ja vielleicht auch für die Gattung *Dryas* an ihren ursprünglichen Standorten gilt). Daher nennt LOEW als Fälle für männliche Pleogamie neben *Dr. octopetala* noch von Rosaceen: *Geum urbanum, rivale, reptans* und *montanum*, viele Arten von *Rubus*. Dagegen trifft man ähnliche Verhältnisse wie bei der kultivierten *Dryas octopetala* unter den Rosaceae bei manchen *Fragaria*-Arten, z. B. bei *Fr. vesca* L. und *collina* Ehrh., allerdings mit Vorherrschen der weiblich-pleogamen Formen bei den beiden Arten, während *Fr. elatior* Ehrh. nach LOEW (l. c. 381) noch mehr zur Dioecie neigt (vergl. besonders A. SCHULZ, Beitr. S. 187; P. KNUTH, Handb. II. 1. 367). Nicht unähnlich der Pleogamie bei *Dryas* ist wohl auch die von *Cydonia japonica* Pers. (mit mannigfachen Übergängen zwischen den Blütenformen; nach O. VON KIRCHNER, l. c. 128). *Alchemilla*-Arten verbinden weibliche Pleogamie mit männlicher, doch ersetzen hier die pleogamen Formen stellenweise vollständig die hermaphroditen (LOEW, l. c. 380).

---

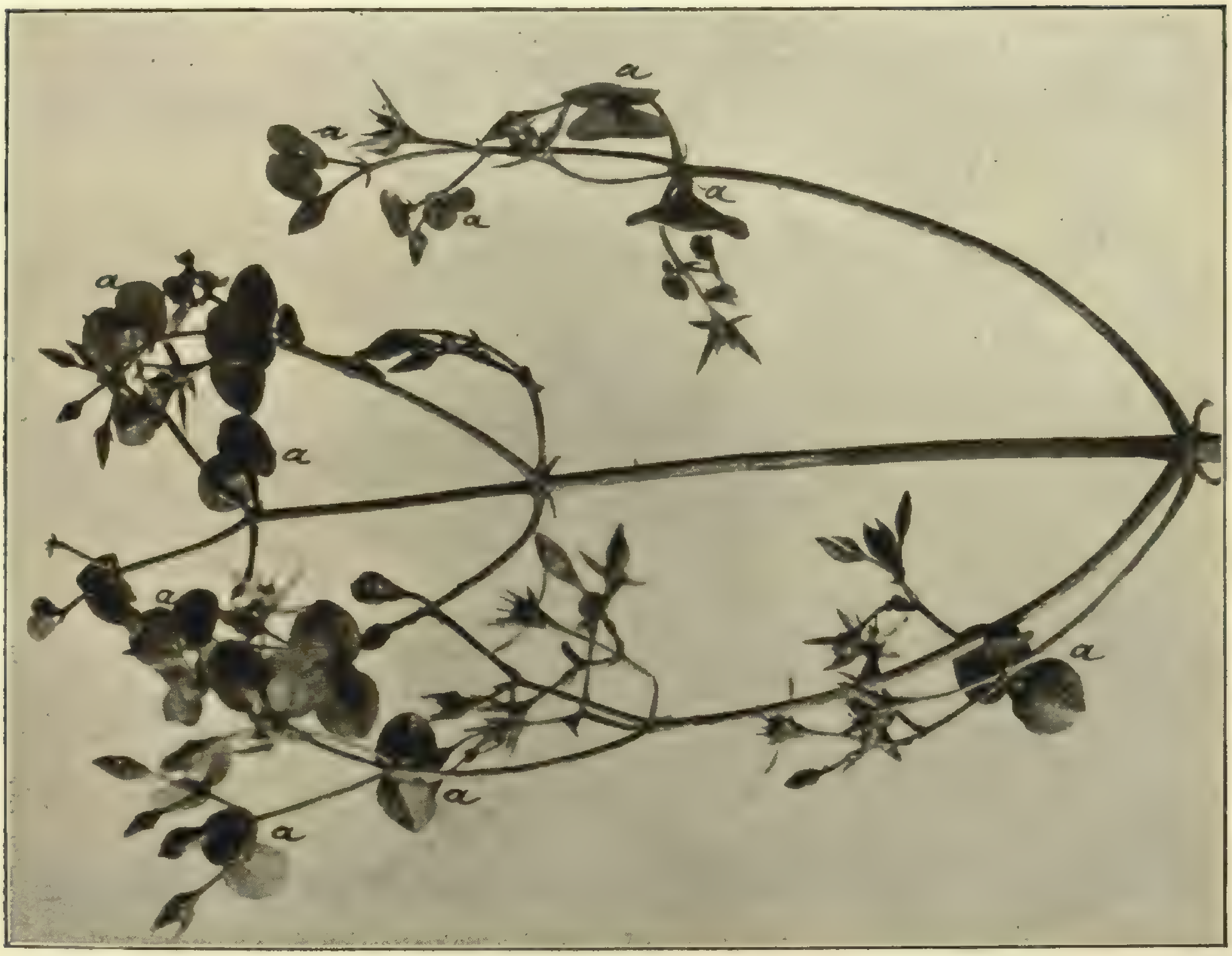
[1]) Nach N. HARTZ (Meddelels. om Grönland VIII. (1896) 319) ist *Dr. integrifolia* Vahl von *Dr. octopetala* nicht spezifisch verschieden; die Blattform wechselt sehr. — Die typische Form von *Dr. octopetala* wurde auch var. *chamaedryfolia* Drude genannt (nach SCHRÖTER, l. c. 191). *Dr. integrifolia* wurde nicht erst von DRUDE, sondern bereits viel früher (*Dr. octopetala* var. *integrifolia* Cham et Schlechtd. in Linnaea II. (1827) 3) als Varietät zu *octopetala* gestellt, während HOOKER (Exotic. Fl. III. (1827) t. 220) die Selbständigkeit der Art betonte; vgl. auch Torrey et Gray, Fl. North Amer. I. (1840) 420 u. Ledebour, Fl. ross. II. (1844) 20.

[2]) Arkt. Amerika, Ost-Sibirien. — A. RYDBERG (in North Amer. Fl. XXII. 5. (1913) 400) unterscheidet 4 Arten: *Dr. integrifolia* Vahl, *Dr. octopetala* L., *Dr. Drummondii* Richards. ex Hook. Bot. Magaz. (1830) t. 2972, *Dr. tomentosa* Farr in Ottawa Naturalist XX. (1906) 110 (Canadisches Felsengebirge). Als Bastard von *integrifolia* und *octopetala* wird von ihm aufgeführt *Dr. octopetala* f. *intermedia* Nathorst (in Oefv. Sv. Vet. Akad. Förh. XLI. 1. (1884) 24). — Vgl. über die amerik. Arten auch BRITTON and BROWN, Illustr. Fl. North. U. St. II. (1897) 222 Fig. 1949—1951.

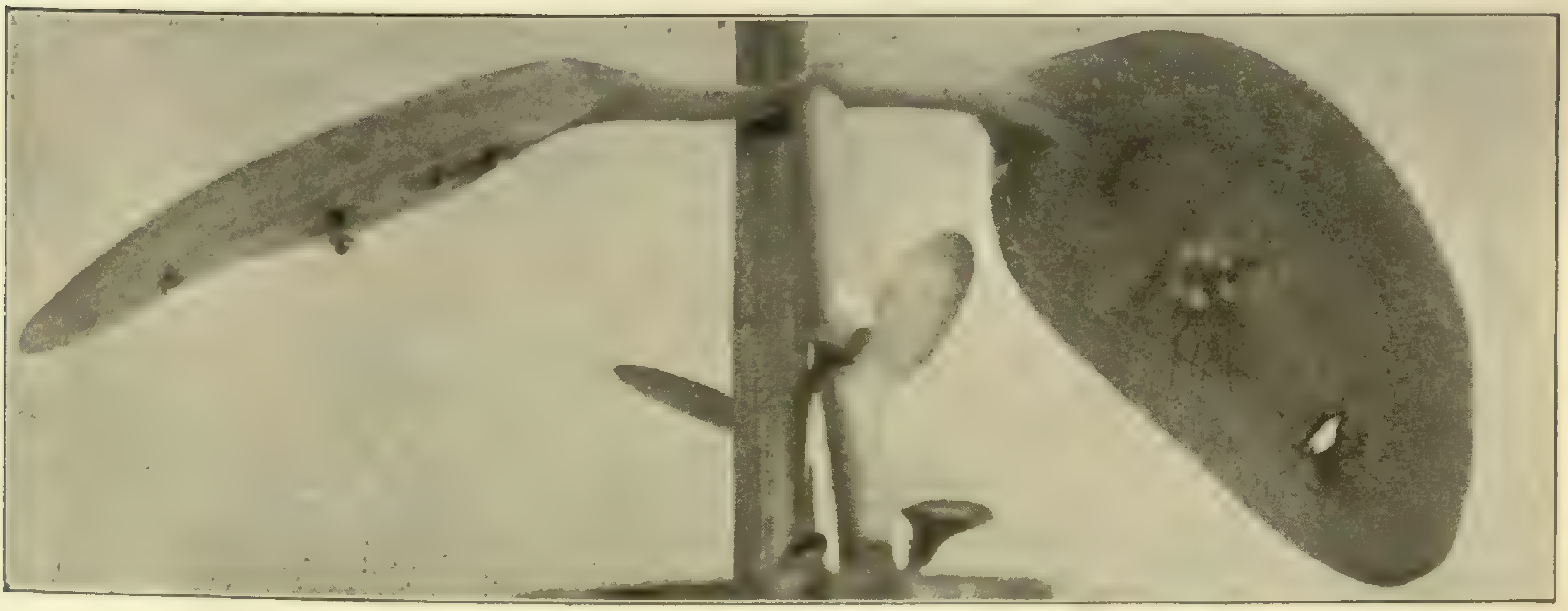
Herrn J. POHL danke ich für die Ausführung der Abbildung.

---

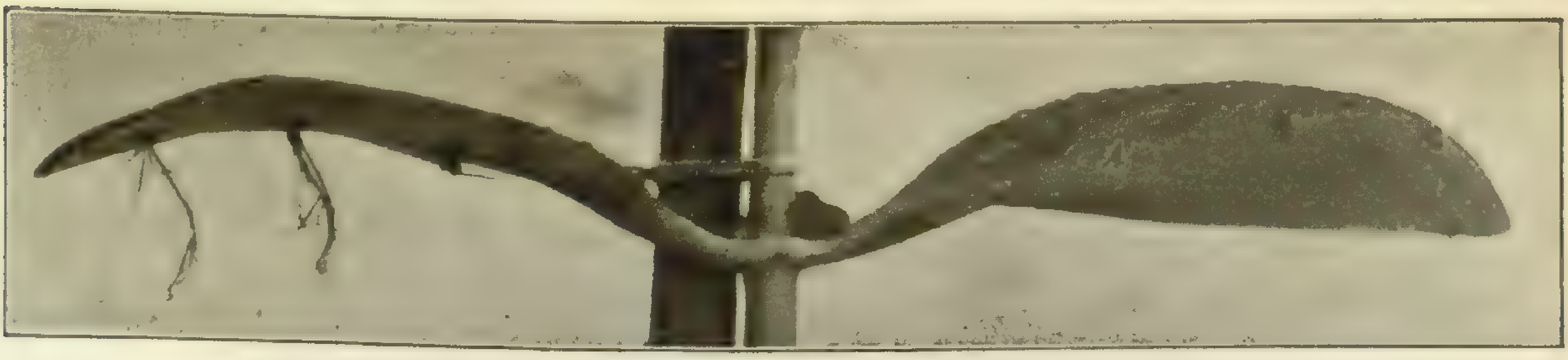
[1]) Vgl. über *Sieversia reptans* (L.) Spreng. u. *S. montana* (L.) Spreng. R. STÄGER in Beih. Bot. Centralbl. XXXI. 2. (1914) 300. C. CORRENS (in Pringsheim's Jahrb. XLV. (1908) 687) hat die Andromonoecie von *Geum intermedium* geschildert. — Bei *Potentilla*-Arten (z. B. *aurea* L., *anserina* L., *reptans* L., *supina* L. beobachtete A. SCHULZ Gynomonoecie und Gynodioecie.


a
a
a
a
a
a
a
a
a
a
a

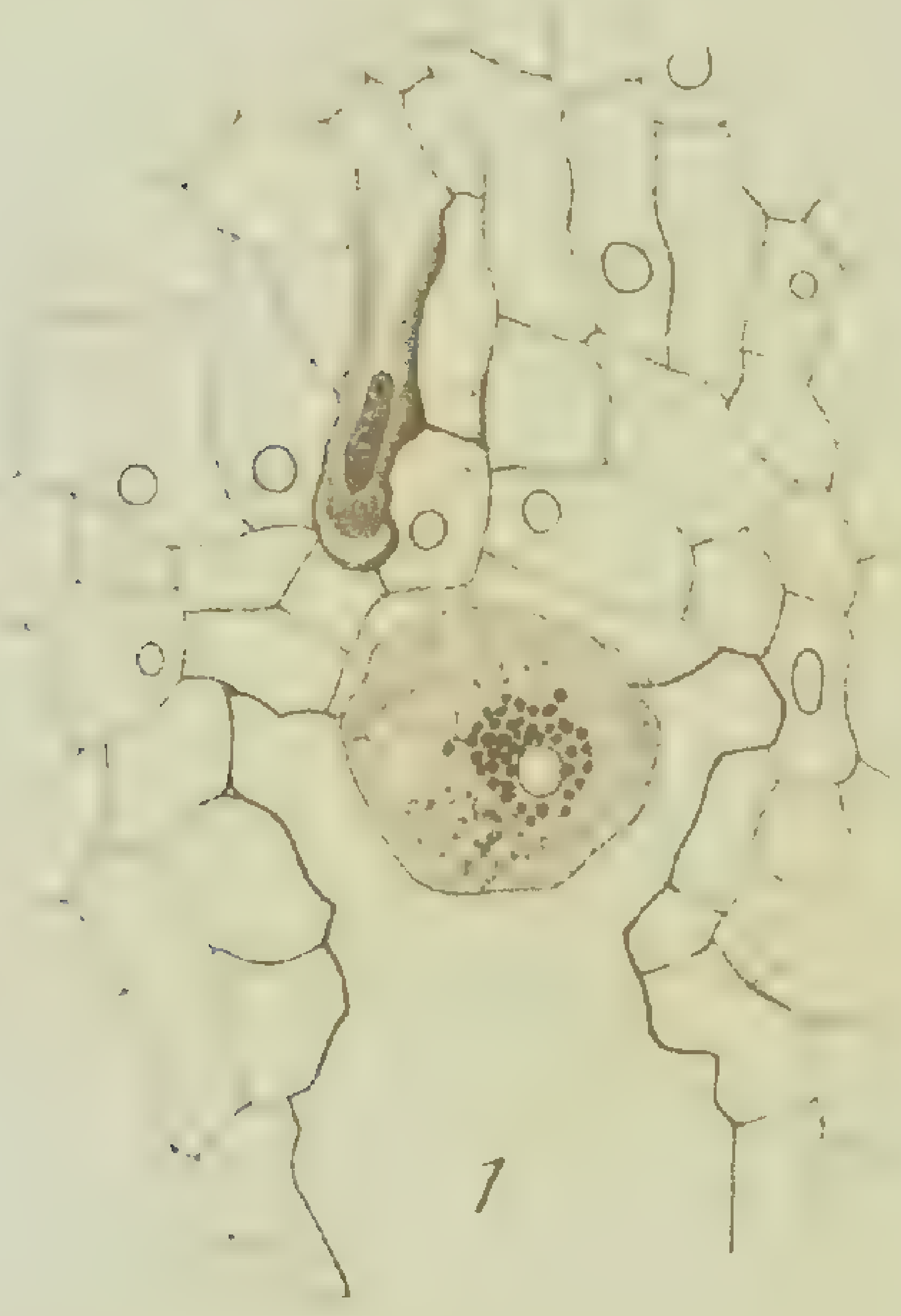
1



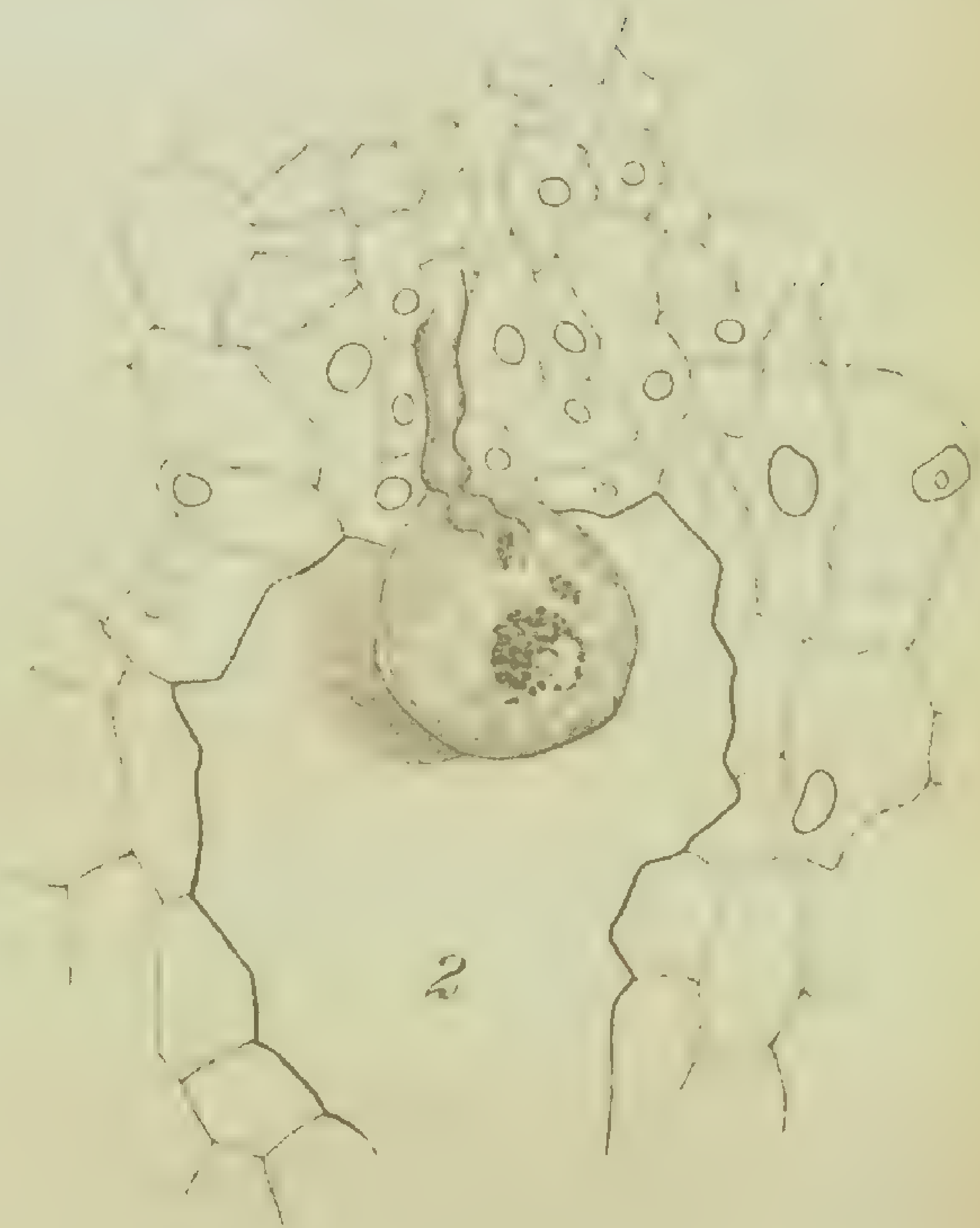
2



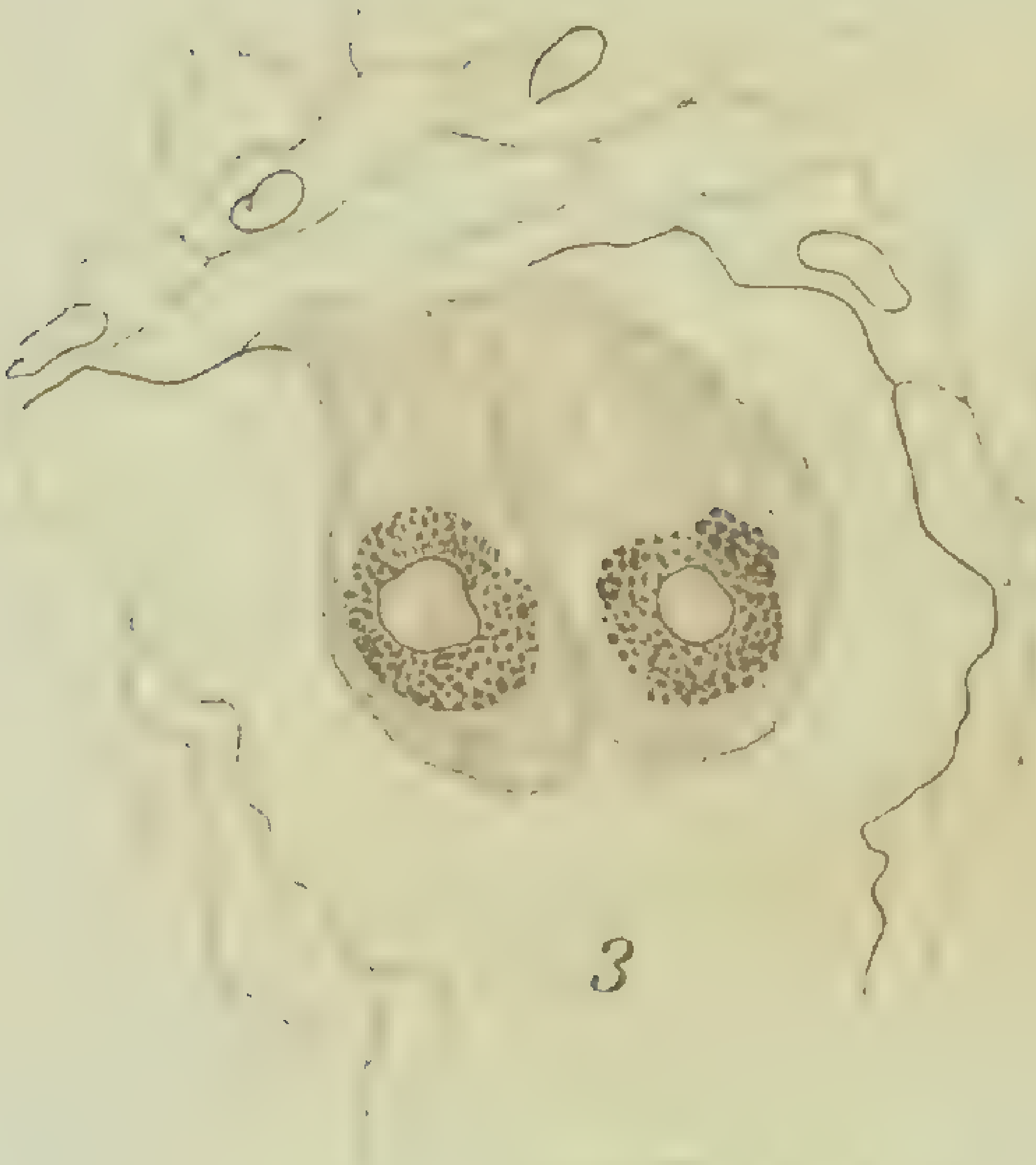
3



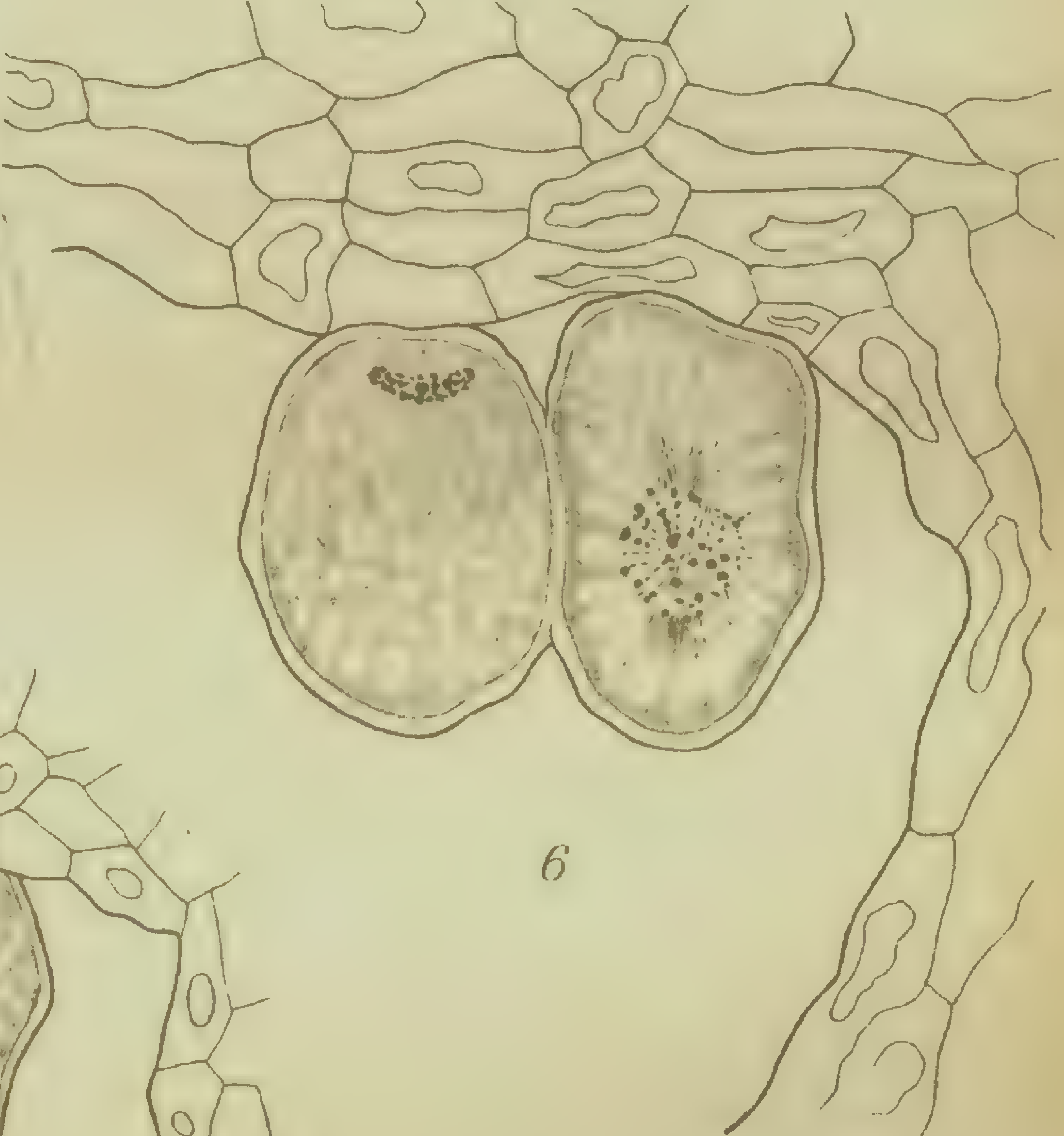
1



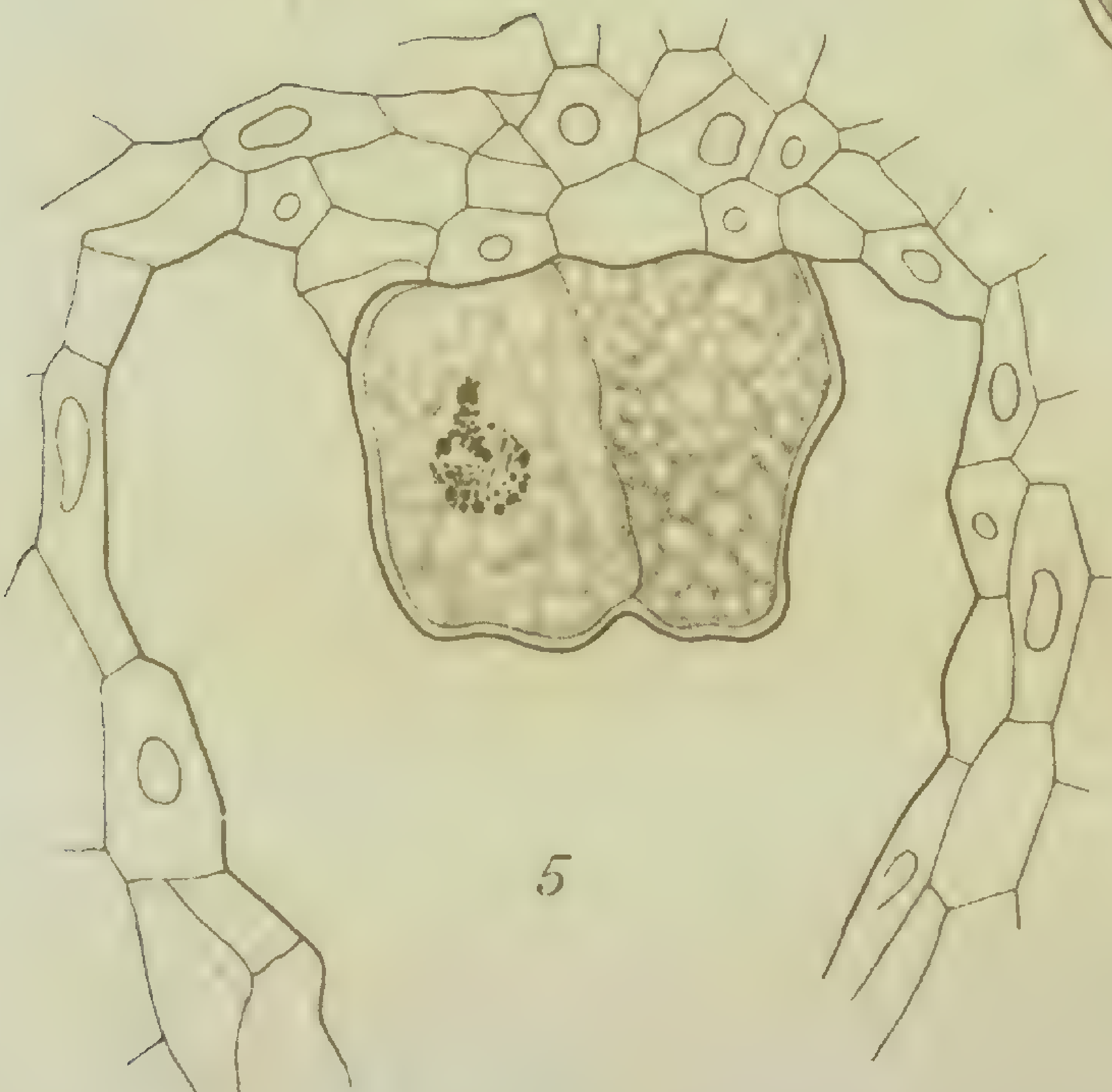
2



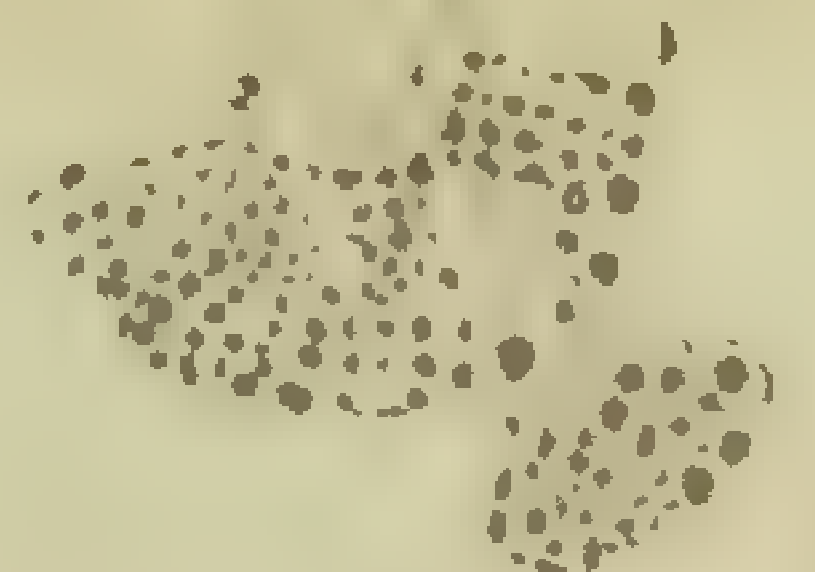
3



6

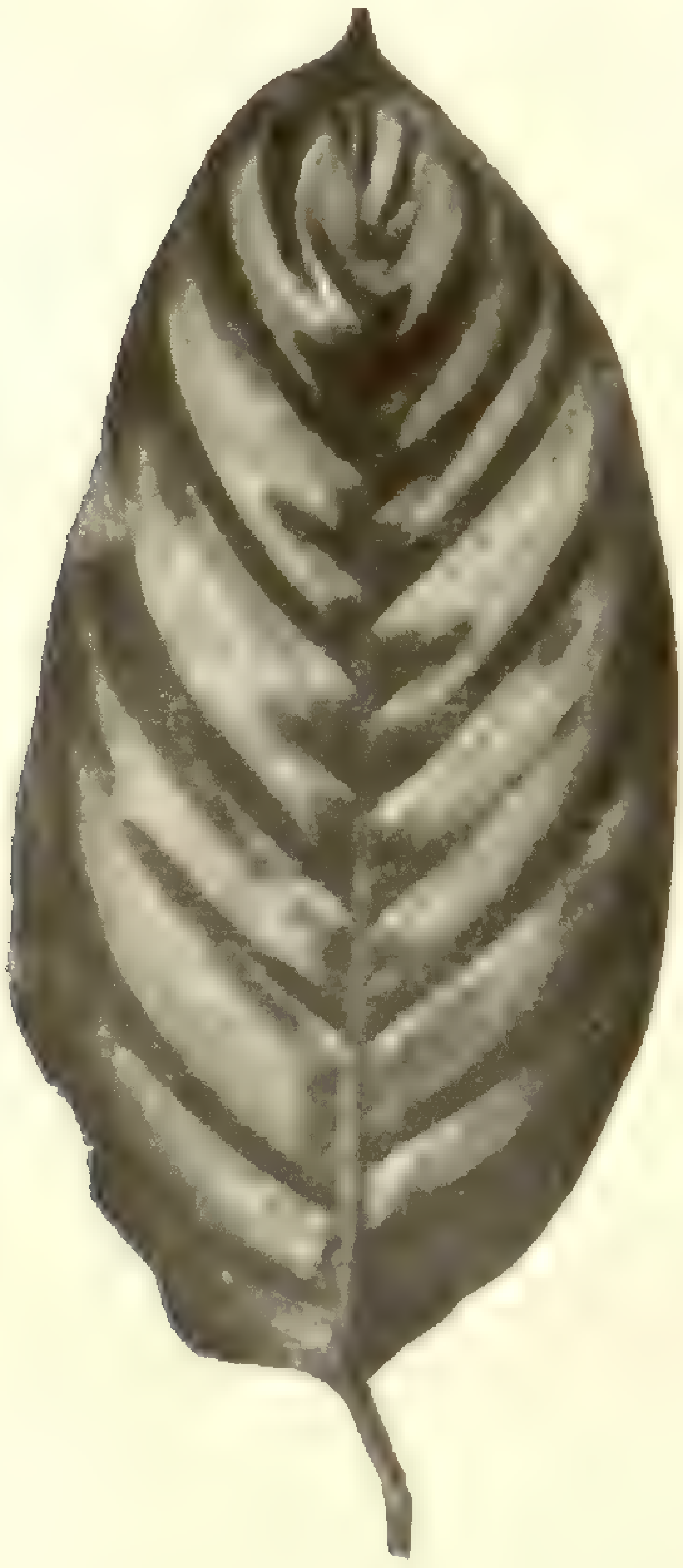


5

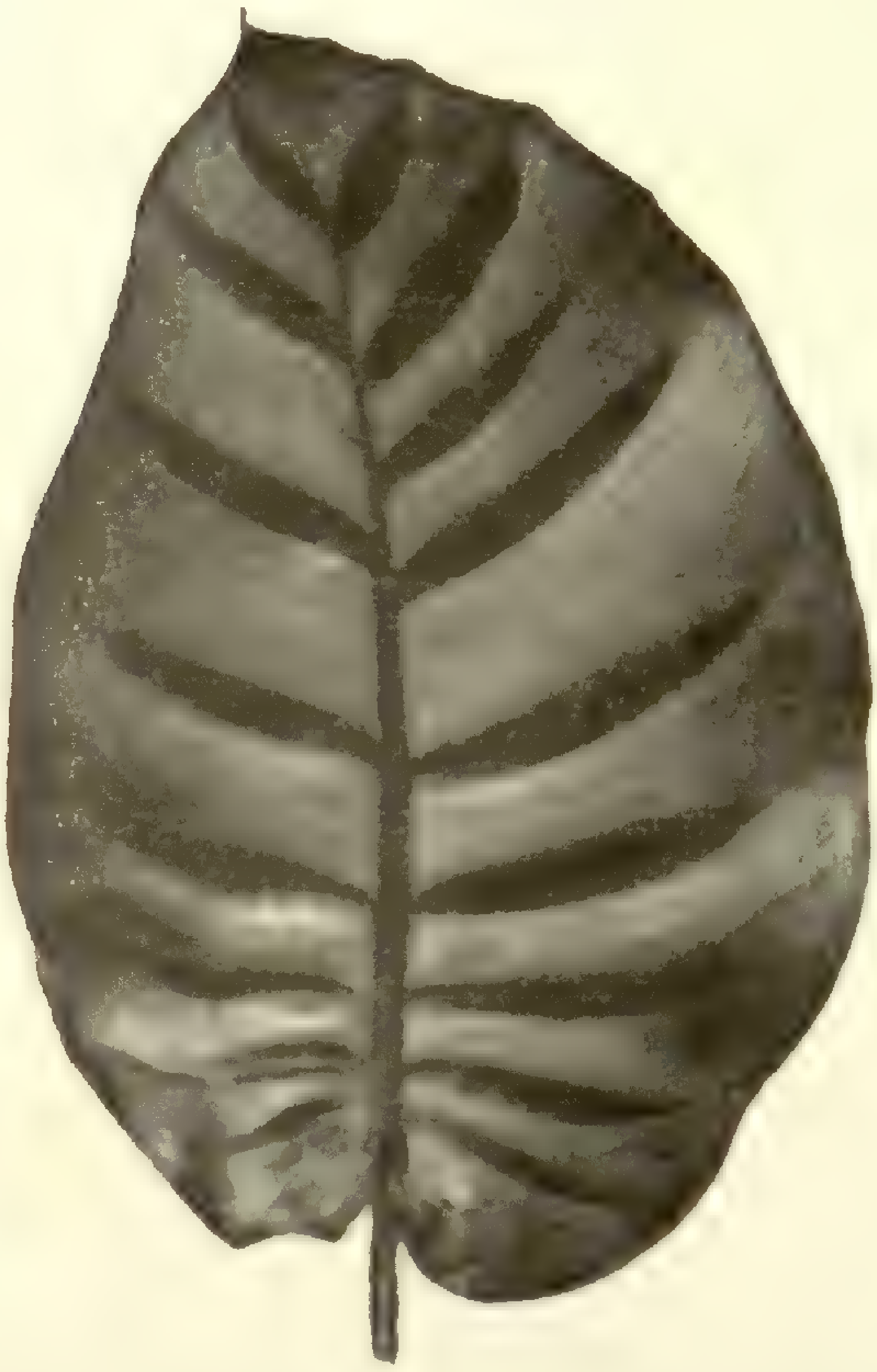


4

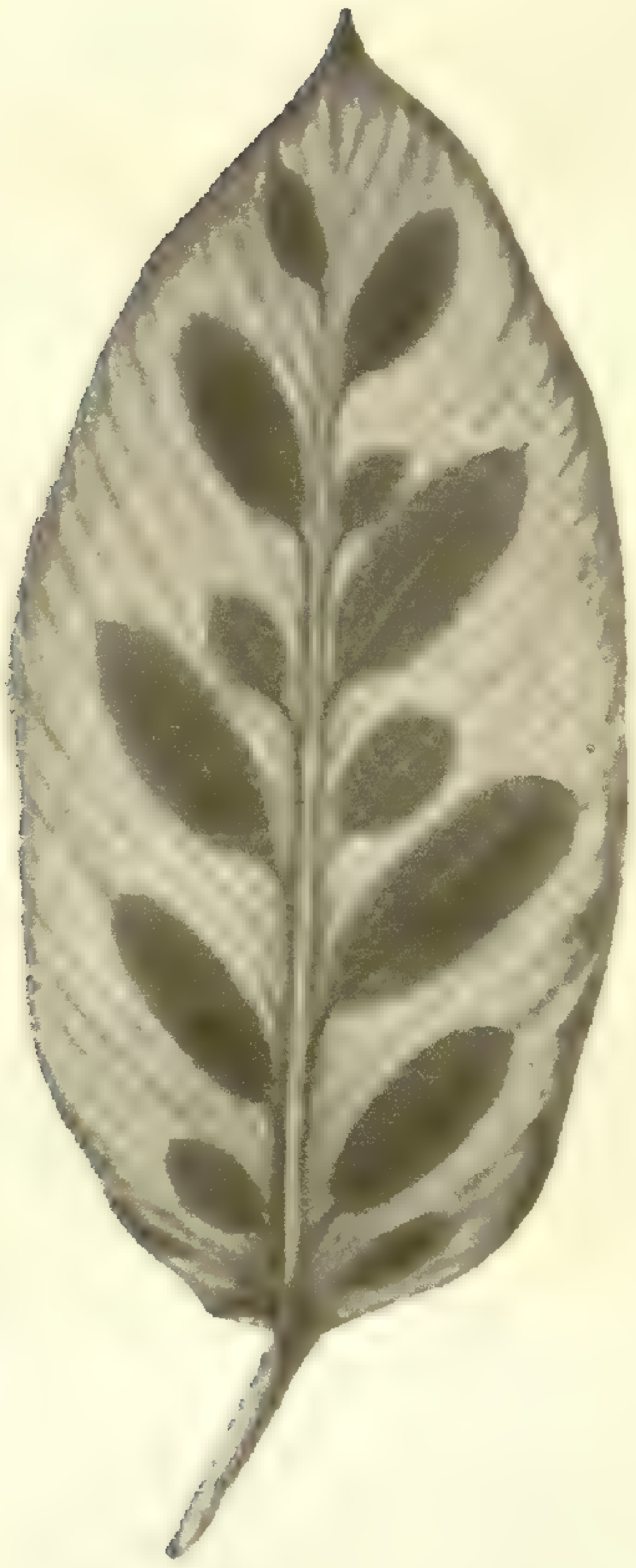
H. Laue lith.



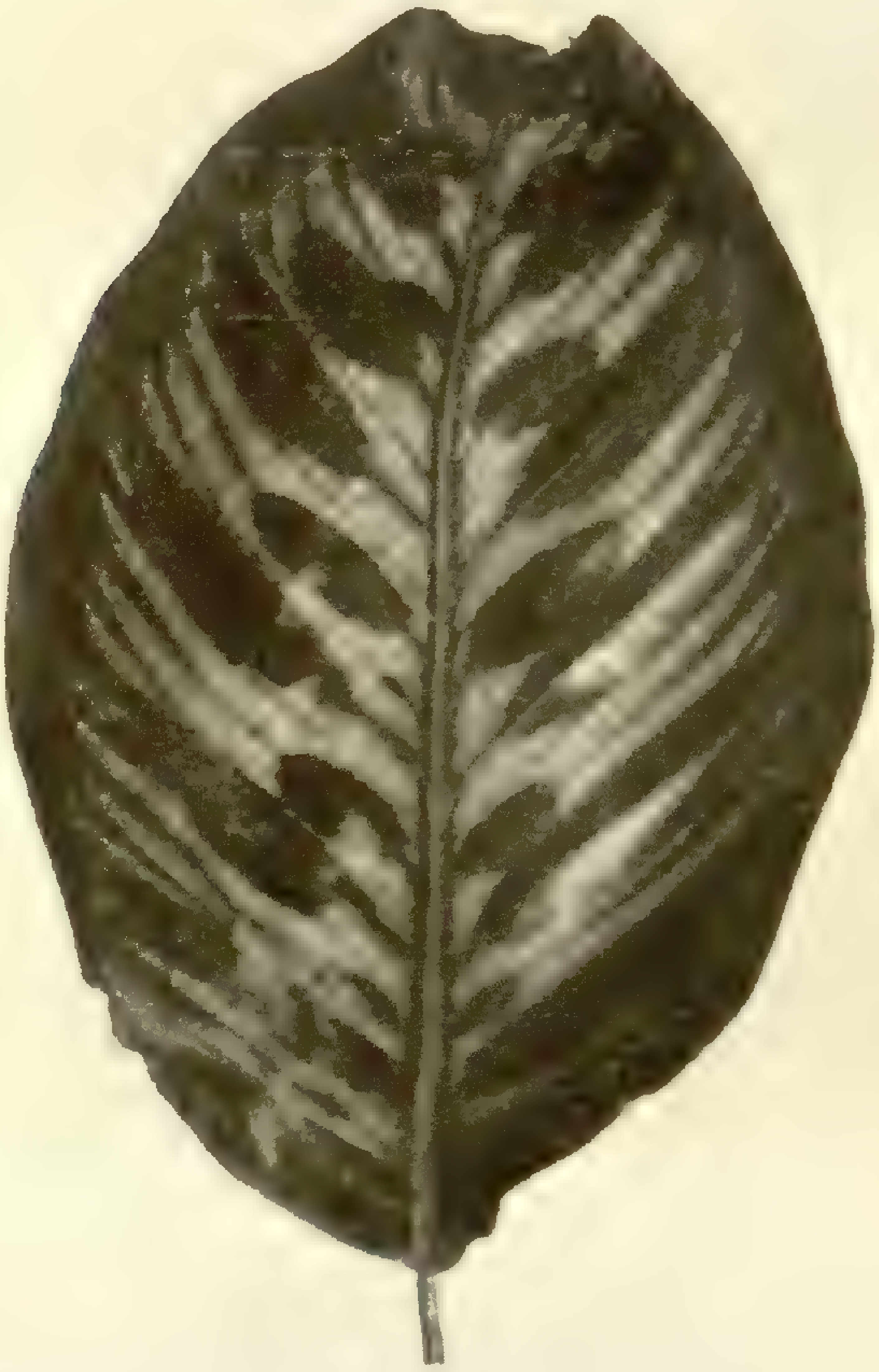
1



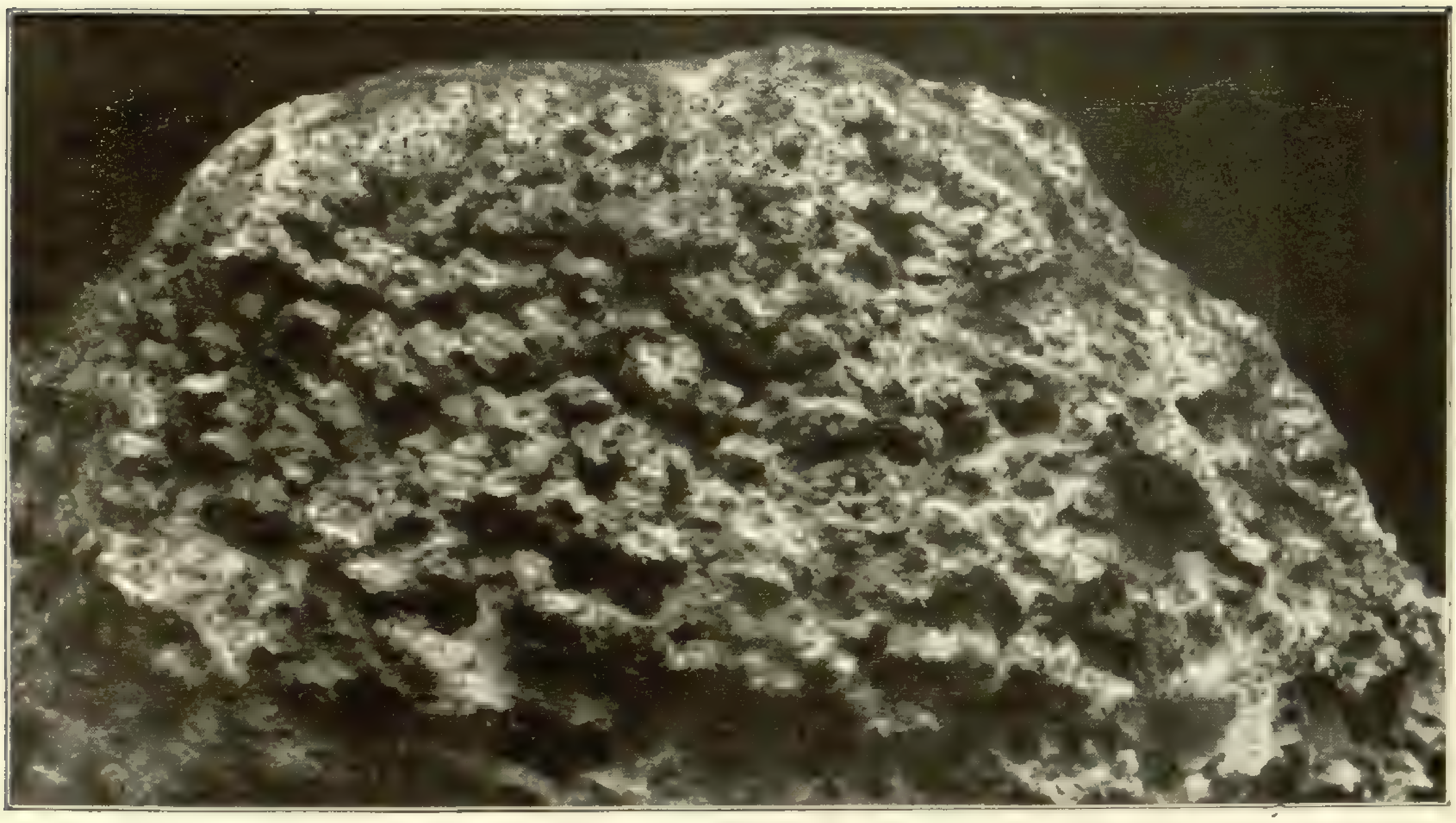
2



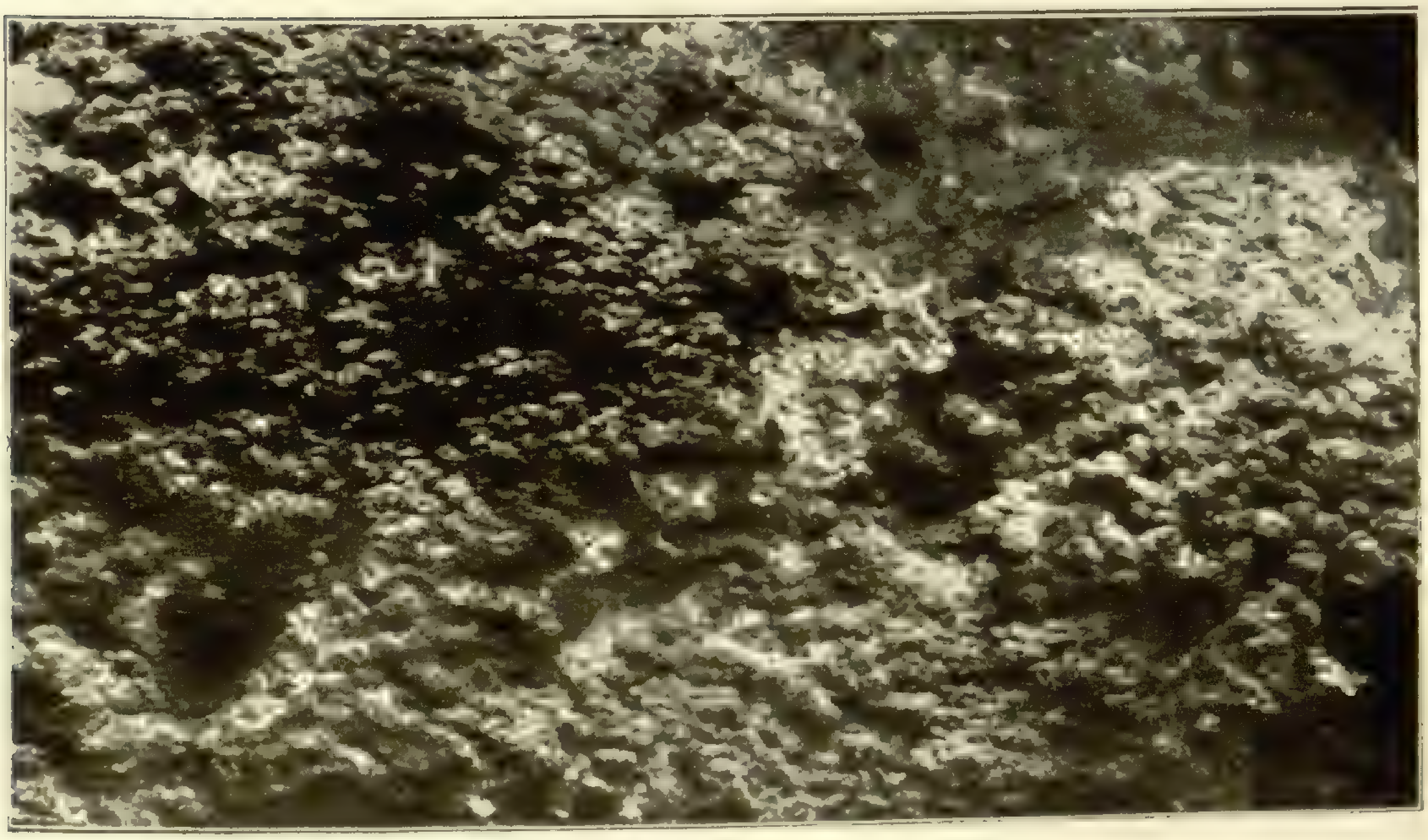
3



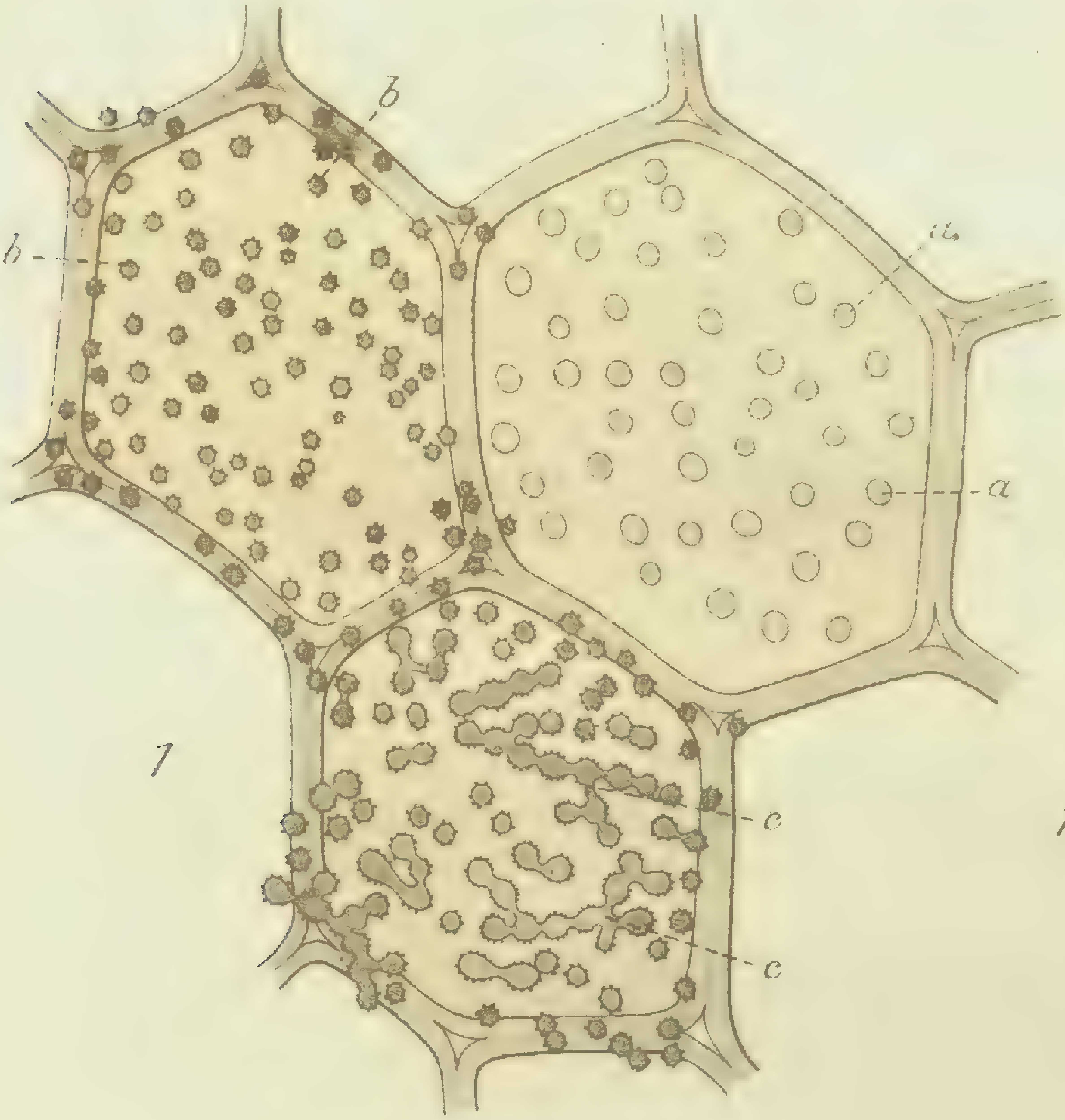
4



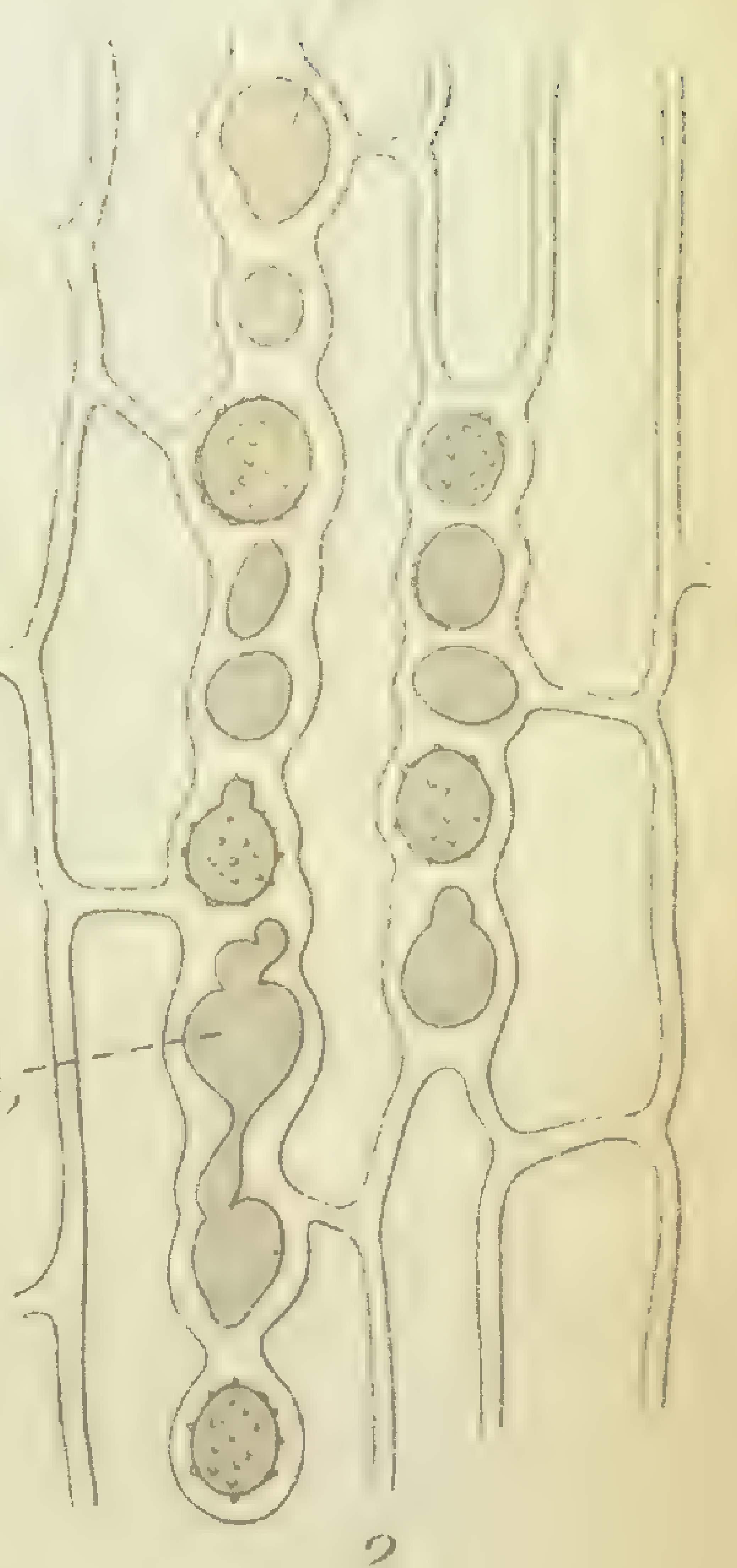
1



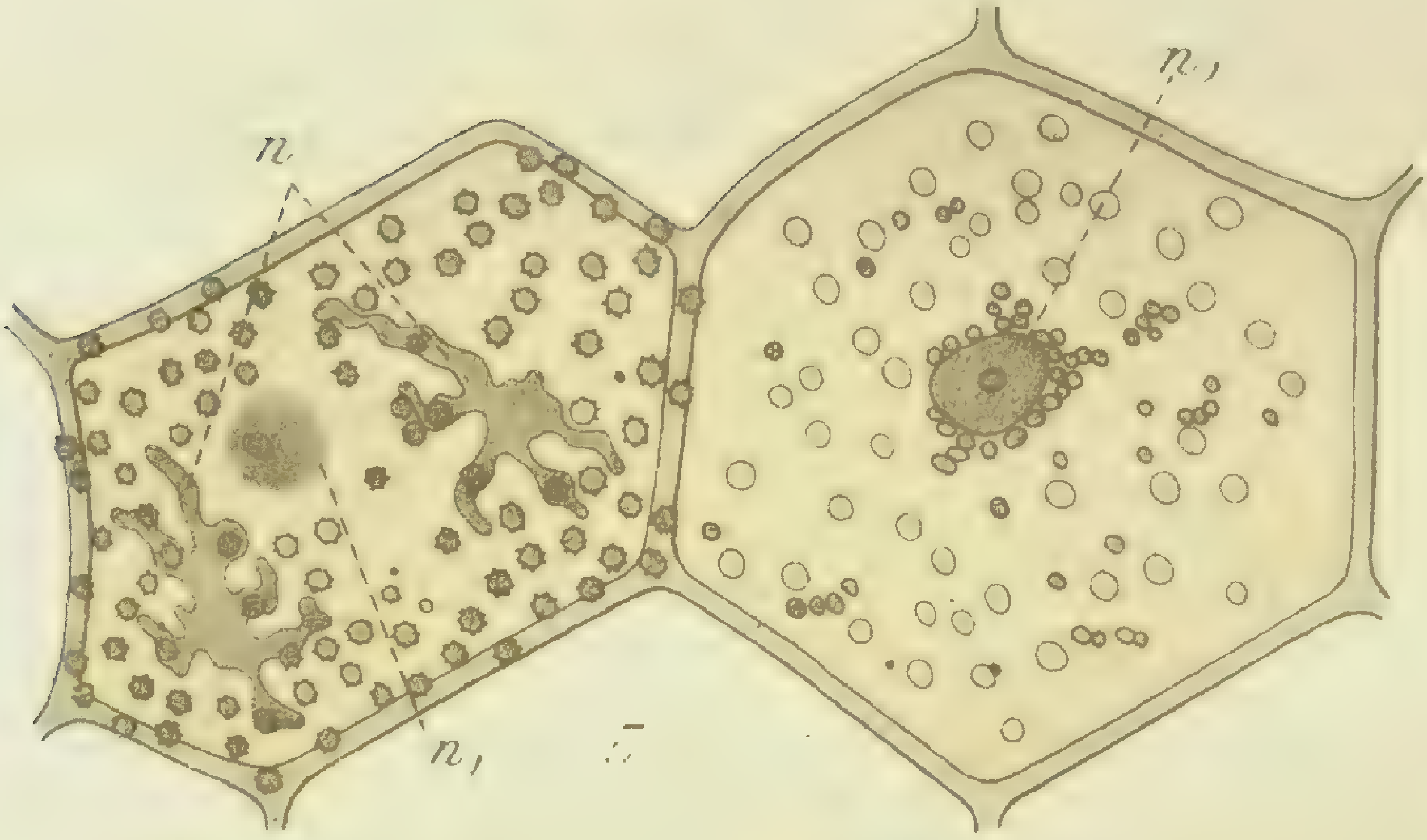
2



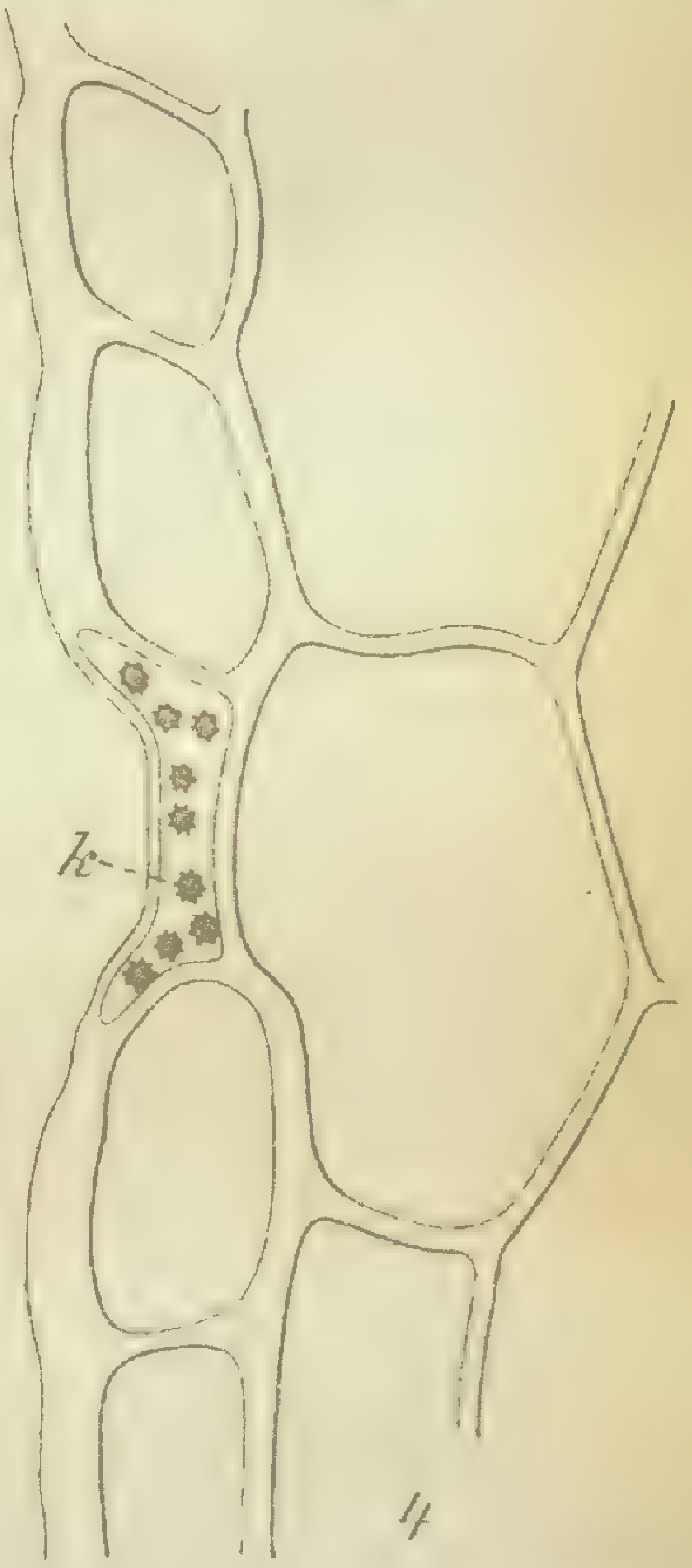
1



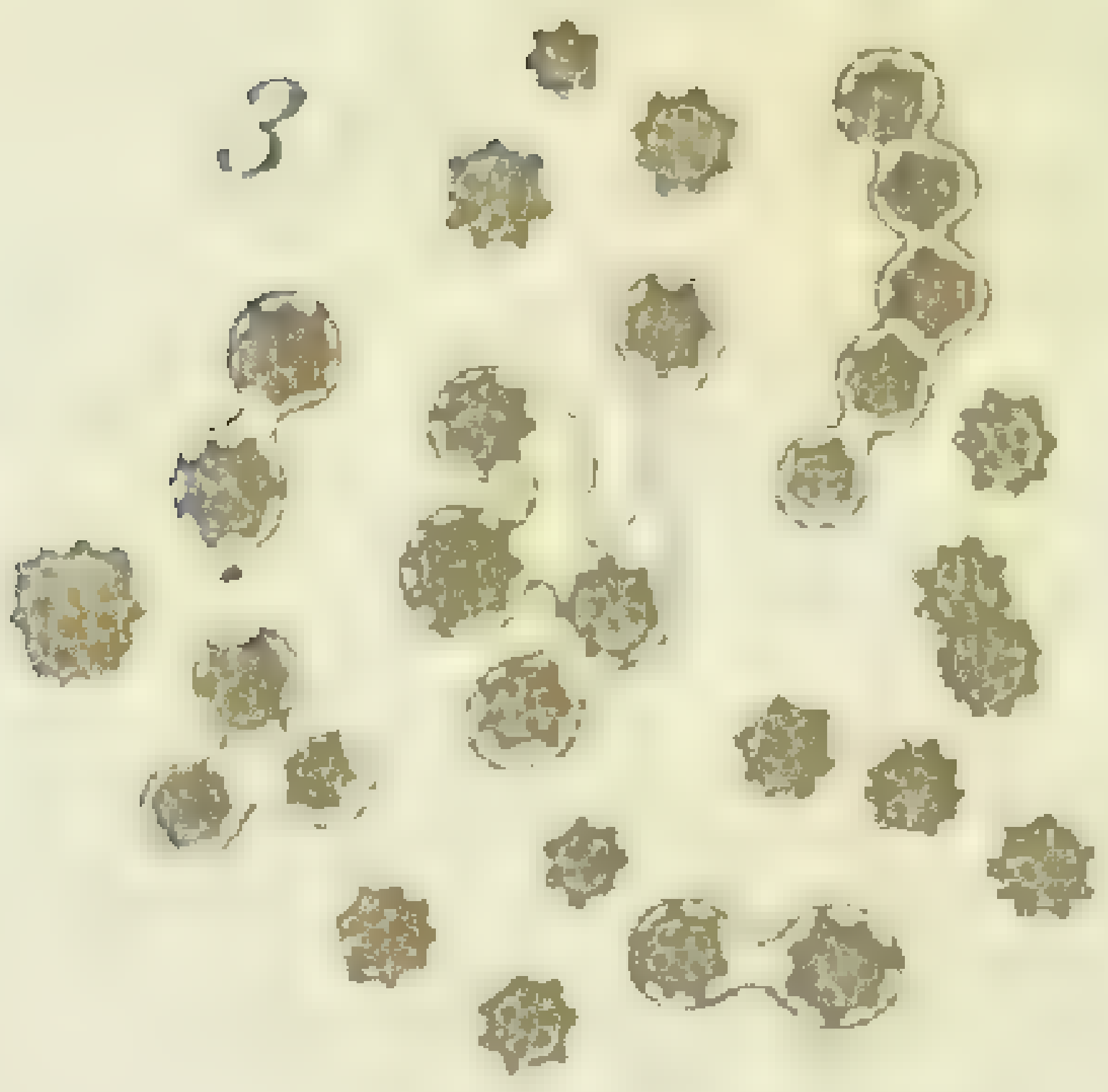
2



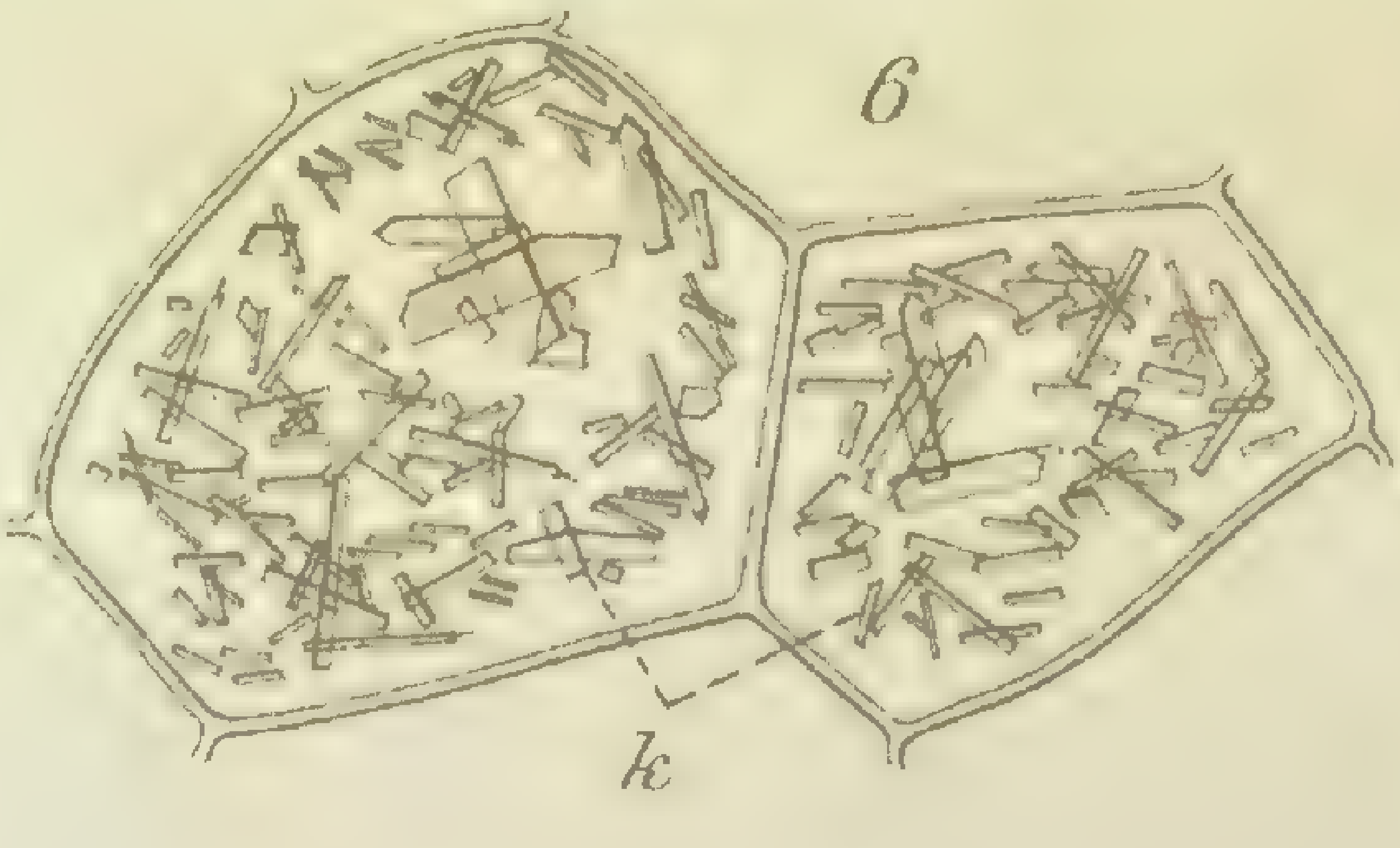
5



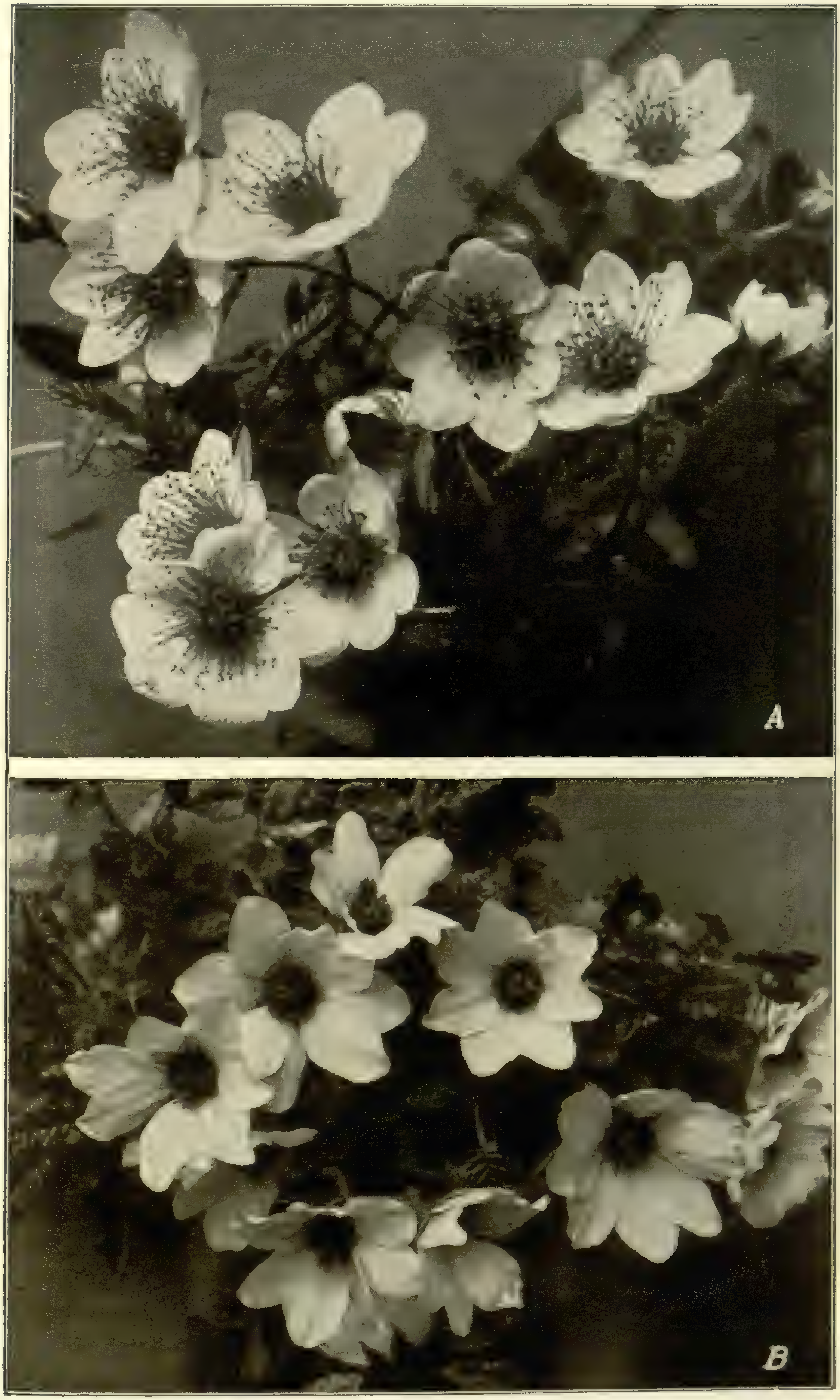
4



3



6


A
B

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1918 **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** an Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. **L. Wittmack, Berlin NW**, Platz am Neuen Tor 1, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung**, für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten. Im allgemeinen wird den Autoren eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1918.

Ehrenpräsident: S. Schwendener.

Für die Generalversammlung: Hans Winkler, Präsident; A. Voigt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: L. Wittmack, Vorsitzender; P. Lindner, erster Stellvertreter; J. Behrens, zweiter Stellvertreter; E. Baur, erster Schriftführer; H. Harms, zweiter Schriftführer; H. Miehe, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: L. Wittmack, E. Baur, H. Harms, H. Miehe, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): E. Jahn, R. Kolkwitz, P. Claussen, O. Reinhardt, L. Diels.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für alle ordentlichen Mitglieder 20 M.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in Berlin-Dahlem gelangen lassen. Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden.

◆

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. **Für Mehrabzüge** wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2	Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5	„
3.	für jede Lichtdrucktafel	9	„
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2	„
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3	„
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr .	2	„
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35	„
8.	für jeden Umschlag	1,5	„
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	7,—	Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

Jahresbericht

der

Vereinigung für angewandte Botanik

Der Jahresbericht verfolgt die Aufgabe der Förderung und Vertiefung der wissenschaftlichen Erkenntnis im Dienste von Land- und Forstwirtschaft, Handel und Gewerbe durch botanische Forschung. Gerade die landwirtschaftlich-praktische Botanik ist in kurzer Zeit zu einem Wissenszweig herangewachsen, der bei vollständiger Selbständigkeit in seinen Errungenschaften bereits hervorragend massgebend geworden ist für den weiteren Fortschritt auf den bezeichneten Gebieten. Der Jahresbericht dient daher als Sammelpunkt für die auf landwirtschaftlichen und verwandten Gebieten ausgeführten botanischen Forschungen.

Bis jetzt liegen vor:

Erster Jahrgang 1903.		Geheftet 5,— M.
Zweiter Jahrgang 1904.		Geheftet 6,— M.
Dritter Jahrgang 1905.	Mit 2 Taf. u. 10 Textabb.	Geh. 11,— M.
Vierter Jahrgang 1906.	Mit 8 Taf. u. 7 Textabb.	Geh. 16,— M.
Fünfter Jahrgang 1907.	Mit 5 Taf. u. 5 Textabb.	Geh. 18,— M.
Sechster Jahrgang 1908.	Mit 2 Taf. u. 7 Textabb.	Geh. 18,— M.
Siebenter Jahrgang 1909.	Mit 7 Taf. u. 52 Textabb.	Geh. 18,— M.
Achter Jahrgang 1910.	Mit 2 Taf. u. 8 Textabb.	Geh. 22,— M.
Neunter Jahrgang 1911.	Mit 1 Taf. u. 22 Textabb.	Geh. 22,— M.
Zehnter Jahrgang 1912.	Mit 20 Textabbildungen.	Geh. 13,50 M.
Elfter Jahrgang 1913.	Mit 24 Textabbildungen.	Geh. 20,— M.
Zwölfter Jahrgang 1914.	Mit 4 Textabbildungen.	Geh. 8,— M.
Dreizehnter Jahrgang 1915.		Geh. 11,— M.
Vierzehnter Jahrgang 1916.	Mit 2 Taf. u. 5 Textabb.	Geh. 16,— M.
Fünfzehnter Jahrgang 1917.	Mit 13 Textabb.	Geh. 10,— M.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei

BAND XXXVI. JAHRGANG 1918. HEFT 6.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

HEFT 6.
(MIT TAFELN XI—XII.)

AUSGEGEBEN AM 18. OKTOBER 1918.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1918.

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
[illegible] 1966
GARDEN LIBRARY

Es wird dringend gebeten, die dritte Umschlagsseite zu beachten.

Inhaltsangabe zu Heft 6.

Seite

Sitzung vom 28. Juni 1918 301

Mitteilungen.

37. Fr. von Höhnel: Über die Gattungen von Schenckiella P. Henn. und Zukaliopsis P. Henn. 305
38. F. v. Höhnel: Dritte vorläufige Mitteilung mycologischer Ergebnisse (Nr. 201—304) 309
39. Otto Baumgärtel: Chromatische Fixierung. (Mit 1 Textfigur.) 318
40. M. Möbius: Merkwürdige Zeichnungen auf Marantaceenblättern. Zweiter Teil. (Mit Tafel XI.) 323
41. E. Pritzel: Basedowia, eine neue Gattung der Compositen aus Zentral-Australien. (Mit Tafel XII.) 332
42. L. Diels: Das Verhältnis von Rhythmik und Verbreitung bei den Perennen des europäischen Sommerwaldes. (Mit 5 Abb. im Text.) 337
43. A. Pascher: Über amoeboide Gameten, Amoebozygoten und diploide Plasmodien bei einer Chlamydomonadine. (Mit 13 Abbildungen im Text.) 352
44. A. Pascher: Über die Myxomyceten. (Mit 15 Abb. im Text.) 359

Nächste Sitzung der Gesellschaft

Freitag, den 25. Oktober 1918,

abends 7 Uhr, im

Hörsaal des Pflanzenphysiolog. Instituts d. Universität,

Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 1.

Sitzung vom 28. Juni 1918.

Vorsitzender: Herr L. WITTMACK.

Der Vorsitzende macht Mitteilung vom Tode unseres Mitgliedes, Herrn Dr.

H. Martin

aus **Heiligenstadt**, der am 26. 5. 1918 als Leutnant auf dem Felde der Ehre bei Grandcourt (Ancre) gefallen ist.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Pape, Dr. **Heinrich**, Assistent im Laboratorium für Pflanzenschutz der Kaiserl. Biolog. Anstalt zu Dahlem in **Berlin-Friedenau**, Illstr. 6 (durch O. APPEL und Dr. WERTH) und

Patschovsky, Dr. **Norbert** aus **Reichenbach** (Schlesien), Assistent am Botan. Institut der Universität **Halle** (durch E. STAHL und G. KERSTEN).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Boas, Dr. **F.** in **Weihenstephan** und

Krumbach, Dr. **Thilo** Professor, in **Rovigno**.

Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **E. Stahl** in **Jena** widmete der Vorstand zur Feier seines 70. Geburtstages folgende Adresse:

Hochgeehrter Herr Geheimrat!

An dem Tage, an dem Sie das siebente Jahrzehnt eines an Arbeit und Erfolgen reichen Lebens vollenden, bringt Ihnen auch die Deutsche Botanische Gesellschaft ihre herzlichsten Glückwünsche dar. Die Gesellschaft, die Sie seit ihrer Gründung zu ihren Mitgliedern zählen konnte, empfindet in einem solchen Augenblicke die Pflicht, in dankbarer und verehrungsvoller Gesinnung der hohen Verdienste zu gedenken, die Sie sich um die Förderung unserer Wissenschaft erworben haben.

Bald nach Ihrer unter den Augen DE BARYs entstandenen Erstlingsarbeit, in welcher Sie in scharfem Umriß die Lentizellen als besondere Organe darstellten, bereicherten Sie die Flechtenkunde durch wichtige Entdeckungen, indem Sie einmal das Problem der Geschlechtlichkeit der Flechten durch neue Beobachtungen begründeten und dann durch die lückenlose Verfolgung der Entstehung des Flechtenkörpers den Schlußstein in die SCHWENDENERsche Flechtentheorie einfügten. So erfolgreich diese und manche ähnlich gearteten späteren Einzelstudien waren — wir denken an die über die Wirkung des Lichtes auf die Teilung der Equisetumsporen und auf den Geotropismus von Rhizomen, an die genauen Untersuchungen über die Reizbewegungen der Schleimpilze, an Ihre kleinen Algenarbeiten u. a. —, so bleiben sie doch Episoden gegenüber der hohen Aufgabe, der Sie weiterhin Ihre besten Kräfte weihten. Diese war, das Leben der Pflanze unter den in der Natur gegebenen Bedingungen zu ergründen, ihren Bau, ihre Struktur, ihre Lebensäußerungen, ihren Chemismus zu verstehen und zu deuten als das Ergebnis einer Anpassung an die Umwelt; eine hohe, aber in ihrer Unendlichkeit und verwirrenden Zusammengesetztheit dornen-, ja entsagungsvolle Aufgabe, vor der nur ein unermüdlicher Forscherdrang und eine leidenschaftlich nach Sinn und Bedeutung fragende Denkrichtung nicht zurückschrecken. Ausgerüstet mit einem feinen Spürsinn und einer Phantasie, die lebhaftest auf die Phänomene reagiert, zu gleicher Zeit aber durch scharfsinnige Beweisführung und besonnene Kritik in strenger Zucht gehalten wird, suchten Sie in rastloser Gedankenarbeit und im innigsten Verkehr mit der Natur biologische Zusammenhänge aufzudecken und immer tiefer in die Zweckmäßigkeit der pflanzlichen Organisation einzudringen.

Drei Probleme des Pflanzenlebens waren es hauptsächlich, die Sie immer wieder und von verschiedenen Seiten angriffen, nämlich die Anpassung der Pflanze an die Licht- und Wärmestrahlung, ihren Wasserhaushalt samt ihrem Nährsalzerwerb und ihre Beziehung zur Tierwelt. Der fein bewegliche Chlorophyllapparat, die anatomische Struktur der Licht- und Schattenblätter und die Stellung der Blätter selber, der Sinn der Farbstoffe, der grünen, gelben und roten, im Hinblick auf die in der Natur gegebene Strahlung schlossen sich Ihnen zu einem abgerundeten und befriedigenden Bilde zusammen von der Pflanze als durchsonntem und durchwärmtem Lebewesen. Daneben führten Sie uns die Pflanze in ihrer Arbeit mit dem Wasser vor Augen, wie sie, unter der Traufe der Regengüsse oder bedroht vom nächtlichen Tau, sich eigenartiger Hilfsmittel bedient, wie sie ihren Wasserstrom und damit ihren Nährsalzerwerb im Gang zu erhalten strebt, welches der tiefere Sinn der Mykorhizenbildung ist, und in welcher Beziehung das am Stamm der Bäume herabrinnende Wasser zu ihrer Gefährdung durch den Blitz steht. Schließlich zeigten Sie die Pflanze im Kampfe mit der Tierwelt, namentlich mit den Schnecken, und deuteten besondere Zusammensetzung der Säfte, scharfe Kristallnadeln und andere Eigentümlichkeiten des Baues als Schutzmittel.

Sie haben in diesen Schriften die Botanik mit einer Fülle feiner und origineller Beobachtungen, mit einer großen Zahl fest begründeter Tatsachen, mit manchen einfachen und sehr sinnreichen Methoden bereichert und überdies Anregungen geboten, die der Einzelforschung neue Aufgaben stellten und noch stellen werden. Möchten Sie sich, das ist der Wunsch der Deutschen Botanischen Gesellschaft, noch vieler weiterer Jahre fruchtbaren Forschens und Schaffens erfreuen!

Berlin, den 21. Juni 1918.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

S. SCHWENDENER. HANS WINKLER. A. VOIGT. L. WITTMACK.
P. LINDNER. J. BEHRENS. E. BAUR. H. HARMS. H. MIEHE.
O. APPEL.

Herr Prof. STAHL sandte an den Vorstand folgendes Dankschreiben:

Jena, den 27. Juni 1918.

An den Vorstand der Deutschen botanischen Gesellschaft.

Hochgeehrte Herren Kollegen!

Empfangen Sie meinen innigsten herzlichsten Dank für die so überaus freundlichen Glückwünsche zu meinem siebzigsten Geburtstage, den ich in stiller Waldeinsamkeit verbracht habe. Groß war am Abend meine Freude, als ich die so köstlich sinnvoll ausgeschmückte Beglückwünschungsadresse vorfand und die schönen von Herzen kommenden und zu Herzen gehenden Anerkennungsworte lesen durfte. Mein Lebenswerk, das in so wohlwollender Weise gewürdigt wird, ist weit hinter dem zurückgeblieben, was ich zu leisten hoffte. Meine stets geringe, oft auf längere Zeit sehr geschwächte Arbeitskraft, hat es mir unmöglich gemacht größere Werke in Angriff zu nehmen; daher die Beschränkung auf meist kurze Abhandlungen, deren Inhalt mich meist nicht nur Monate, sondern Jahre lang gefesselt hat und die ich erst abzuschließen vermochte, nachdem meine Teilnahme am Gegenstand erschöpft war. Daher auch der fast völlige Mangel an Polemik in meinen Schriften, was ich mir keineswegs als Verdienst anrechne, da ich nach Abschluß einer Arbeit mich ganz anderen Fragen zuzuwenden pflege. Diese nehmen mich dann wieder auf lange Zeit völlig in Anspruch. Wenn ich dann nach Jahren auf ältere Arbeitsstoffe zurückgreife, so sind die strittigen Punkte gewöhnlich durch die Arbeiten anderer Fachgenossen entschieden.

Ich gehöre zu den wenigen noch lebenden Botanikern, die der Deutschen botanischen Gesellschaft seit ihrer Gründung angehören. Zu meinem großen Bedauern ist aus den oben angedeuteten Gründen meine Beteiligung an den Sitzungen und Kongressen sehr spärlich gewesen. Oft genug habe ich mir vorgenommen an den monatlichen Sitzungen teilzunehmen, aber in letzter Stunde doch wieder darauf verzichten müssen. So hätte ich auch gern in Ihrem Kreis über die Ergebnisse meiner letzten bereits abgeschlossenen Arbeit „Über die Biologie der Exkrete“ berichtet, aber die jetzigen ungünstigen Reiseumstände zwingen mich davon Abstand zu nehmen. Doch darf ich vielleicht auf diesem ungewohnten Wege Ihnen in Kürze deren wesentlichsten Inhalt mitteilen: Unterdrückung der Wasserspaltensekretion hat bei manchen Gewächsen den Tod von Blattteilen, ja der ganzen Pflanze zur Folge. Die Guttation durch Wasserspalten und Wasserdrüsen dient also der Beseitigung von, bei stärkerer Anhäufung, schädlich wirkenden mineralischen Exkreten, eine Funktion, die bei Gewächsen mit extrafloralen Nektarien teilweise oder auch allein durch diese übernommen wird. Ameisen und andere Insekten beseitigen das süße Exkret, wobei noch unentschieden bleibt, ob die Beseitigung für die Pflanze, unter natürlichen Verhältnissen, von Wert ist oder als eine, in der freien Natur wenigstens, unwesentliche Begleiterscheinung zu betrachten ist.

Ich schließe mit dem nochmaligen Ausdruck meines innigsten Dankes für die mir erwiesene große Ehrung.

In vorzüglicher Hochachtung

ERNST STAHL.

37. Fr. von Höhnel: Ueber die Gattungen Schenckiella P. Henn. und Zukaliopsis P. Henn.

(Eingegangen am 12. Juni 1918.)

Während die Systematik der Myxothallophyten, Basidiomyceten und Phycomyceten schon seit einigen Jahrzehnten soweit entwickelt ist, daß größere Veränderungen in derselben nicht mehr zu erwarten sind, befindet sich die der Ascomyceten und der *Fungi imperfecti* noch gegenwärtig in einem Zustande der Gährung, so daß das endgültige System dieser Formen zurzeit nur in recht unbestimmten Umrissen vorschwebt. Die zunächst von mir eingesetzte kritische Revision und Untersuchung zahlreicher Ascomyceten und *Fungi imperfecti* hat gezeigt, daß die bisherigen Systeme dieser Gruppen unhaltbar sind. Sie förderte eine ganze Reihe von neuen Familien und zahlreiche neue Gattungen zutage, sowie viele neue Gesichtspunkte, die tief einschneidend wirkten und Beziehungen aufdeckten, an die früher nicht gedacht werden konnte. Durch sie wurde es erst klar, was eine Myriangiacee, Dothideacee, Microthyriacee usw. ist, mit welcher Erkenntnis große Verschiebungen im Systeme verbunden waren. Indessen sind noch viele Formen und namentlich alle in der neueren Zeit von Verschiedenen aufgestellte Gattungen kritisch nachzuprüfen, bevor ernstlich daran gedacht werden kann, ein alle Formen umfassendes System aufzustellen, das Aussicht hat einen bleibenden Wert zu haben.

Nichtsdestoweniger ist es nützlich, die zahlreichen in den letzten 20 Jahren erhaltenen Ergebnisse schon jetzt in vorläufige Systeme zu bringen, um in dem unübersichtlichen Gewirre der zahlreichen neuen Gattungen wenigstens eine augenblickliche Ordnung als Grundlage für die Weiterarbeit zu schaffen.

In diesem Sinne fasse ich die „Synoptischen Tafeln" (Ann. myc. 1917, XV. Bd. p. 389) von THEISSEN und SYDOW als nützliche Arbeit auf, trotz der Ueberzeugung, daß die in denselben gegebenen systematischen Uebersichten mehrerer Gruppen von Ascomyceten von einem richtigen Systeme derselben, nicht nur im Einzelnen, sondern auch im Allgemeinen noch weit entfernt sind.

Da eine vollständige kritische Würdigung der synoptischen Tafeln von wirklichem Werte eine große Anzahl von Einzeluntersuchungen erfordern würde, die nicht ohne weiteres durchgeführt werden kann, beschränke ich mich hier auf das in der Arbeit über *Schenckiella* und *Zukaliopsis* Gesagte, da die Autoren diese Gattungen als nahe miteinander verwandte Agyrieen erklärten, die sie in eine eigene Gruppe (Myxagyrieen) zu bringen beabsichtigen.

Schon P. HENNINGS erklärte die *Schenckiella Marcgraviae* als Microthyriacee und meine Untersuchung des Pilzes in Fragm. z. Myk. Nr. 598 (XII. Milt. 1910) ergab denselben Befund. Obwohl meine ausführlichen Angaben ganz bestimmt und klar sind, haben es THEISSEN und SYDOW doch für nötig gehalten eine Ueberprüfung derselben vorzunehmen. Sie fanden, daß meine Beschreibung im wesentlichen unrichtig und der Pilz eine Agyriee, also ein Discomycet ist (l. c. p. 423). Allein, das was sie angaben, ist Satz für Satz falsch. Sie haben nur den ganz reifen Pilz untersucht, der allerdings einen flüchtigen oder weniger erfahrenen Untersucher täuschen kann. Hätten sie ein ganzes Blattstückchen mit Kalilauge durchsichtig gemacht, so hätten sie zwischen den reifen Fruchtkörpern auch sehr zahlreiche noch unreife, schildförmige gefunden mit deutlich strahlig gebautem Schildchen, über das die Subicularhyphen hinweglaufen. In den unreifen Fruchtkörpern sind die Schläuche kegelig zusammengeneigt. Da aber zwischen ihnen sehr viel Schleim vorhanden ist, so werden sie nach dem Zersprengen des Schildchens in mehrere, schließlich stark hinausgebogene Lappen, infolge des Aufquellens des Schleims aufgerichtet und sogar in nach obenhin divergierende Lagen gebracht. Im letzteren Falle liegen sie dann öfter mehr minder deutlich auf den hinausgebogenen Lappen des gesprengten Schildchen. Dann sieht der Pilz so aus, als wenn die Hyphen des Subiculums unter demselben durchlaufen würden.

Schenckiella P. HENN. 1893 ist daher eine echte sehr auffallende Asterineen-Gattung.

Was nun die nach THEISSEN und SYDOW l. c. p. 424 „ganz ähnlich gebaute" *Zukaliopsis amazonica* F. HENN. anlangt, so habe ich diese im Fragmente Nr. 659 (XIII. Mitt. 1911) genau beschrieben und als eine eigentümliche Myriangiacee erklärt.

Da es mir seinerzeit nicht gelang, genügend klare Schnitte durch den schwer zu behandelnden Pilz zu erhalten, untersuchte ich ihn von neuem und fand, daß meine Angaben ganz richtig sind. Der Pilz ist ein sehr kleines hartknorpeliges, oberflächliches Stroma, das aus nur etwa 2—3 μ großen verhältnismäßig derbwandigen, hyalinen oder blassen, unten öfter dunkleren, dicht verwachsenen Parenchymzellen besteht, in dem oben dichter oder lockerer, die fast kugeligen, unten mit einem 8 μ langen, hohlen Fortsatz versehenen, mit diesem 32 : 20 μ großen Schläuche liegen. Die also eigentlich blassen Stromata scheiden außen eine ganz unlösliche, harte, bei Druck zerbröckelnde, fest anhaftende Substanz aus, die einen schwarzen Ueberzug bildet.

Der Pilz ist daher in der Tat eine eigenartige Myriangiacee.

Ganz ebenso gebaut ist nun *Saccardia Durantae* Pat. var. *Rickii* Rehm, die ich in Fragm. z. Myk. Nr. 244 (VI. Mitt. 1909) behandelt habe. Ich stellte den Pilz damals vorläufig zu *Saccardinula Speg.*, einer Gattung, die mir auch heute noch unbekannt ist, sagte aber ganz richtig, daß er eine Pseudosphaeriacee wäre, wenn er eingewachsen wäre. Da der Pilz manchmal dünn und flach ist und dann oben öfter undeutlich radiär gebaut erscheint, glaubte ich auch Beziehungen desselben zu den Microthyriaceen annehmen zu müssen, was aber falsch war. Indessen geht aus meinen Angaben ganz klar hervor, daß ich den Pilz für eine oberflächlich wachsende Pseudosphaeriacee hielt, was etwa so viel heißt, daß er eine eigenartige Myriangiacee ist.

THEISSEN (Ann. myc. 1913, XI. Bd. p. 505) hat den Pilz auch untersucht und als Myriangiacee erkannt. Er stellte für denselben die neue Gattung *Myxomyriangium* auf, die er in eine eigene Abteilung, die Myxomyriangieae stellt. Er betrachtet den schwarzen Ueberzug der Stromata als einen erhärteten Schleim, daher sein Name der neuen Gattung. Nachdem aber die schwarze Kruste ganz unlöslich und nicht quellbar ist, so handelt es sich nicht um einen schleimigen Ueberzug und ist der Name *Myxomyriangium* ganz irreführend.

Nach dem Obigen ist indes kein Zweifel, daß *Myxomyriangium* Theissen 1913 gleich *Zukaliopsis* P. Henn. 1904 ist.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß THEISSEN und SYDOW zwei von einander völlig verschiedene Gattungen, eine echte Microthyriacee (*Schenckiella*) und eine echte Myriangiacee (*Zukaliopsis*) als nahe miteinander verwandt und als Agyrieen erklärten.

Derartige ganz unfaßbare Fehler sind nicht geeignet Vertrauen zu erwecken.

Noch bemerke ich, daß ich heute kaum mehr daran zweifele, daß *Zukaliopsis amazonica* P. H., *Z. Rickii* (Rehm) v. H., *Molleriella mirabilis* Wint., *Molleriella Sirih* Zim., *Capnodiopsis mirabilis* P. Henn., *Saccardia Durantae* Pat. et Lgh., *Saccardia atroviridula* Rehm und *Phymatosphaeria Calami* Racib. lauter nahe miteinander verwandte Myriangiaceen sind, die zum Teile weichfleischig sind und Uebergangsformen darstellen. Diese Formen habe ich früher zumeist zu den Agyrieen gestellt, doch war mir schon damals ihre Stellung nicht ganz klar, wie auch aus einigen Stellen meiner Fragmente zu ersehen ist.

Diese Pilze sind zum Teile ziemlich langlebig und verändern sich allmählich durch Auswachsen und Dunklerwerden des Stromas so, daß sie im Alter ganz anders aussehen, wie im frischen, eben reifen Zustande.

Vergleicht man die Originalexemplare von *Capnodiopsis mirabilis* P. Henn. 1902 und *Ascomycetella punctoidea* Rehm 1901 miteinander, so zweifelt man nicht daran, daß es sich um zwei voneinander völlig, sogar gattungsverschiedene Pilze handelt, und doch ist es gewiß, daß der erstgenannte Pilz nur ein Alterszustand des zweiten ist.

Man ersieht aus dieser Tatsache und dem oben Gesagten, welche Schwierigkeiten diese Pilze bieten und welchen Täuschungen bei denselben selbst geübte Beobachter unterworfen sind. Nur mit Muße durchgeführte Einzeluntersuchungen werden allmählich zu einem brauchbaren Systeme führen. Alle mit der Absicht auf ein umfassendes Ziel rasch durchgeführte Massenarbeit bringt nur neue Fehler und Verwirrung, denn sie wird sehr bald flüchtig und schematisch, während die Natur ein Schema nicht kennt.

Was die obengenannten Pilze anlangt, so gehören sie in die Gattungen *Zukaliopis* P. H. 1904; *Molleriella* Winter 1886; *Capnodiopis* P. H. 1902 (*C. punctoidea* (Rehm) v. H. = *C. mirabilis* P. H.; *C. atroviridula* (Rehm) v. H.); *Saccardia* Cooke 1878; (*S. quercina* Cooke; *S. Durantae* Pat. et. Lgh.) und *Agyrona* v. H. (= *Ramosiella* Syd. 1917, Ann. myc. XV. Bd. p. 254) mit der Grundart *A. Calami* (Rac.) v. H.

Die Gattungen *Capnodiopis*, *Molleriella* und *Agyrona* müssen neben *Saccardia* und *Dictyonella* v. H. zu den Saccardiaceen gestellt werden. Schon das zum Teile dunkle Gewebe bei den drei erstgenannten Gattungen und die fast kugeligen Schläuche, die durchaus nicht stets in einer einfachen Schichte liegen und zwischen welchen das Gewebe oft deutlich zellig ist, zeigen, daß sie nicht zu den Agyrieen gehören. Doch ist das Gewebe bei denselben nur unten parenchymatisch, oben zwischen den Schläuchen mehr paraphysenartig und weichfleischig, daher die Aehnlichkeit mit Discomyceten. *Capnodiopsis* und *Agyrona* stehen sich sehr nahe und sind kaum sicher auseinander zu halten.

38. F. v. Höhnel: Dritte vorläufige Mitteilung mycologischer Ergebnisse (Nr. 201–304).

(Eingegangen am 12. Juni 1918)

In Fortsetzung der 1917 im XXXV. Bande dieser Berichte, S. 351 gemachten Mitteilungen betreffend die von mir gewonnenen Ergebnisse auf dem Gebiete der speziellen Mycologie, gebe ich im folgenden eine dritte Reihe derselben (Nr. 201—304).

201. *Pyrenopeziza Medicaginis* Fuck. ist die Überwinterungsform von *Pseudopeziza Trifolii* (B.) Fuckel. Ebenso ist *Pyrenopeziza Campanulae* Fuck. die Überwinterungsform von *Pseudopeziza radians* (Rob.) Karst. *Pseudopeziza repanda* (A. et S.) Karst. hat als Überwinterungsform *Pyrenopeziza Galii* (Fuck.) Rehm, die sehr veränderlich ist und viele Namen hat.

202. *Ephelina* Sacc. 1889 ist eine Überwinterungsform (*Pyrenopeziza*) mit sehr stark entwickeltem Stroma. *Ephelina Rhinanthi* (Phill.) Sacc. = *Ephelina lugubris* (de Not.) v. H.; *Ephelina stromatica* (Fuck.) Sacc. ist eine *Catacaumella* (Dothideacee). *Ephelina Viburni* (Fuck.) Sacc. = *Excipula commoda* (Rob.) v. H. ist ein unreifer Discomycet ohne Basalstroma; *Ephelina Galii* (Lasch) Sacc. ist wahrscheinlich gleich *Pseudopeziza repanda* (A. et S.) K. in der Überwinterungsform.

203. *Psilopodia* Boudier 1883 ist eine gute Gattung, muß aber auf die Grundart: *Peziza nervisequa* Pers. 1822 beschränkt bleiben, mit der Nebenfrucht *Melanodiscus nervisequa* v. H. n. G. et sp., eine hervorbrechende Tuberculariee mit flachen, schwarzen parenchymatischen Polstern, einfachen Trägern, und hyalinen, endständigen, länglichen, sehr kleinen, schleimig verklebten Conidien.

204. *Leucoloma turbinata* Fuck. hat zu heißen *Helotium turbinatum* (Fuck.) Boudier.

205. *Cenangium Abietis* (P.) Rehm ist eine Tryblidiacee. *Cenangium acicolum* (Fuck.) Rehm ist ein echtes *Cenangium* im Sinne Rehms. *Clithris* Fries 1849 non 1823 ist gleich *Colpoma Wallroth* 1833, ist daher ein Synonym. *Cenangium* Fr. 1849 non 1823, emend. v. H. ist eine Tryblidiaceen-Gattung mit der Grundart *C. ferruginosum* (Fr.) Tul.; *Eucenangium* Rehm

umfaßt *Encoelia* Fr.-Arten mit kleinen Apothecien und ist nicht haltbar, daher ist *Cenangium acicolum* (Fuck.) R. zu nennen *Encoelia acicola* (Fuck.) v. H.

206. *Pezizella minor* (Rehm) Starb. ist gleich *Pezizella lachnobrachya* (Desm.) v. H.

207. *Pseudohelotium* Fuckel 1869 ist eine gute Gattung mit der Grundart *Ps. pineti* (B.) Fuck. *Coronellaria* Karst. 1870 ist davon kaum wesentlich verschieden. *Mollisia ramealis* Karst. 1885 ist ein echtes *Pseudohelotium*.

208. *Peziza acuum* A. et S. (im heutigen Sinn) ist eine kleine *Dasyscypha*. *Cudoniella coniocyboides* Rehm 1907 = *Helotium proximellum* Karsten 1871. Die Gattung *Cudoniella* Sacc. hat keine Berechtigung, wie schon DURAND 1908 angab.

209. *Cenangium ligni* Desmaz. 1845 ist eine echte *Mollisia*, *M. ligni* (D.) Karst. 1871. Damit sind identisch *Mollisia Myricariae* Rehm 1876; *Peziza Tamarisci* Roumg. 1879; *Mollisia lignicola* Phillips 1887; *Mollisia trabincola* R. 1891; *Mollisia encoelioides* R. 1891 usw.

210. *Pezizella sclerotinioides* Rehm ist ein kleines *Helotium* (ohne Sclerotium).

211. *Pseudopeziza Loti* Boud. ist identisch mit *Pyrenopeziza compressula* R. F. *Loti*. *Mollisia microstigma* Pass. 1875 und *Pyrenopeziza distinguenda* Starb. 1898 sind kaum verschieden.

212. *Pyrenopeziza Plantaginis* Fuck. ist eine *Drepanopeziza* Kleb. und hat zu heißen *D. foliicola* (Desm.) v. H.

213. *Durandia* Rehm 1913 (non Boeck. 1896) ist von *Godronia* kaum verschieden.

Lachnella setiformis Rehm 1914 ist gleich *Ciliaria* (*Trichophaea*) *bicuspis* Boud. 1896 = *Lachnea bicuspis* (B.) v. H.

214. *Dasyscypha digitalincola* Rehm 1905 hat zu heißen *Unguicularia digitalincola* (R.) v. H.

215. *Coryne foliacea* Bresad. 1905, gleich *Bulgaria pura* Fr., ist eine nicht ganz typische *Ombrophila*, *O. pura* Fr.; *Bulgariopsis* P. Henn. 1902 halte ich nun für eine weichfleischige Cenangieen-Gattung.

216. Die echte *Peziza punctiformis* Grev. gehört zu *Calycellina* v. H.

217. *Hymenobolus Agaves* Dur. et Mtg. ist eine faserig gebaute Pezizee, noch unsicherer Stellung.

218. *Pseudophacidium propolideum* Rehm ist alte, überwinterte *Propolis faginea* (Schr.)

219. *Phacidium pusillum* Libert ist ein echtes *Phacidium*.

220. *Phragmonaevia paradoxa* Rehm v. *Volkartiana* R. hat zu heißen *Phaeophacidium Volkartianum* (R.) v. H.

221. *Propolidium glaucum* (Ell.) Sacc. 1884 gehört zu den Phacidiales (Cryptomyceteen). *Propolidium* Rehm 1888 = *Durella* Tul. 1865 =*Xylogramma* Wallroth 1883.

222. *Burcardia globosa* Schmidel 1782 ist eine operculate Eupezizee isolierter Stellung (mit *Lachnea* verwandt?)

223. *Phacidium commodum* Rob. 1847 = *Mollisia viburnicola* B. et Br. 1866 = *Excipula Viburni* Fuck. 1869 hat zu heißen *Excipula commoda* (Rob.) v. H.

224. *Pyrenopeziza* (*Ephelina*) *lugubris* (de Not.), *Rhytisma radicalis* Cooke 1879, *Ephelis Rhinanthi* Phillips 1887, *Sclerotium Rhinanthi* Magnus 1894 sind derselbe Pilz reif und steril.

225. *Broomella* Sacc. 1883 = *Keissleria* v. H. 1918. *Broomella Vitalbae* (B. et Br.) Sacc. 1883 = *Ceriospora xantha* Sacc. 1877. *Broomella chlorina* (Cooke) Sacc. wird eine *Yatesula* Syd. 1917 sein. *Yatesula Calami* Syd. ist eine Hypocreacee. *Broomella Munkii* Speg. = *Coccodiella Munkii* (Speg.) v. H. *Broomella leptogicola* C. et M. könnte eine *Yatesula* sein. *Broomella Phyllocharis* Speg. ist eine *Nectria* oder *Calonectria*. *Broomella Lagerheimii* Pat. dürfte eine *Calonectria* sein. *Broomella Ichnaspidis* Zim. = *Oomyces Ichnaspidis* (Z.) v. H. *Broomella Rickiana* Rehm = *Calonectria annulata* (R.) v. H.

226. *Diatrype tristicha* de Not. ist eine Valsee mit knolligem sclerotioidem Stroma, parallelstehenden Schläuchen, sonst wie *Valsa*: *Valseutypella tristicha* (de Not.) v. H. n. G.

227. *Didymella superflua* (Awd.) Sacc. Var. *Sisymbrii* Rehm ist eine eigene Art: *D. Sisymbrii* (R.) v. H.

228. *Sphaeria helicicola* Desmaz. ist *Lophiostoma helicicola* (D.) v. H. zu nennen.

229. *Venturia aggregata* Winter. Das angebliche zinnoberrote Basalstroma rührt von einem Schmarotzer (*Uleomyces cinnabarinus* v. H. n. sp.) her. Der Pilz ist eine derbhäutige *Antennularia* Reichb., *A.* (*Coleroa*) *aggregata* (W.) v. H.

230. *Bolosphaera degenerans* Syd. 1917 und *B. subferruginea* Syd. sind Capnodiaceen.

231. *Meliola rubicola* P. H. = *Sphaeria calostroma* Desm. = *Irene calostroma* (D.) v. H. (Ann. myc. 1917 p. 363).

232. *Dothiora elliptica* Fuckel ist eine Dothioree mit achtsporigen Schläuchen und meist vierzelligen hyalinen Sporen, *Leptodothiora elliptica* (Fuck.) v. H. n. G.

233. *Leptosphaeria Thalictri* Winter = *Scleroplella Thalictri* (W.) v. H. (Pseudosphaeriacee).

234. *Graphyllium* Clements 1909 ist keine Hysteriacee. *Graphyllium dacotense* Rehm ist eine *Clathrospora* Rabh. 1857 mit gestrecktem Gehäuse, pseudosphaeriaceenartig entwickelt. Auch die Grundart *Clathrospora Elynae* ist eine vielschläuchige Pseudosphaeriacee.

235. *Eremotheca* Sydow et Th. 1918 und *Microthyriella* v. H. 1909 werden zusammenfallen. *Eremotheca philippinensis* Syd. ist eine *Microthyriella*, *M. macrospora* v. H. zu nennen.

236. *Eremothecella calamicola* Syd. ist eine Flechte, nach Zahlbruckner zur Gattung *Arthoniopsis* Müll. arg. gehörig.

237. *Pycnopeltis Bakeri* Syd. 1916 ist eine Cocconiee.

238. *Gloniopsis larigna* Lamb. et Fautr. = *Cyrtidula larigna* (Lb. et F.) v. H., von *Cyrtidula pithyophila* Minks kaum verschieden (Phyllachoree).

239. *Sphaeria Corni* Sow. ist eine Catacauminee, etwa zwischen *Anisochora* und *Placostroma* stehend, vorläufig *Anisochora Corni* (Sow.) v. H. zu nennen.

240. *Massaria Corni* Fuck. (= *Cryptospora Fiedleri* Niessl) ist eine Phyllachorinee, *Telimena* (?) *Corni* (Fuck.) v. H. Auch *Sphaeria Baggei* Awld. nenne ich *Telimena* (?) *Baggei* (A.) v. H.

241. *Excipula stromatica* Fuckel ist bis auf weiteres *Catacaumella stromatica* (Fuck.) v. H. zu nennen.

242. *Pseudotthia Symphoricarpi* Rehm ist eine mit *Pyrenobotrys* und *Crotone* Th. et S. verwandte Eu-Montagnellee: *Dothidotthia* v. H. n. G. Dothithecien rasig hervorbrechend, einem senkrechthyphigem Hypostroma aufsitzend. Paraphysen fädig. Schläuche achtsporig, Sporen braun, zweizellig. Grundart: *Dothidotthia Symphoricarpi* (R.) v. H.

243. *Plowrightia Symphoricarpi* Rehm, Asc. exs. Nr. 1974 ist eine stromatische *Sphaeria corticola* Fuck. (*Griphosphaeria* v. H.). Ist eine neue Sphaeriaceen-Gattung: *Griphosphaerioma* v. H. Stroma diatrypoid, hervorbrechend. Perithecien mit Hals. Membran senkrecht parallelfaserig. Paraphyen lang, fädig. Schläuche zylindrisch, achtsporig. Sporen einreihig, hyalin, länglich, mit einigen Querwänden. Grundart: *Griphosphaerioma Symphoricarpi* (R.) v. H.

244. *Botrysphaeria* Sacc. 1877 ist eine Dothideaceen-Gattung. *B. Dothidea* (Moug.) C. et de Not.) hat *Catacauma Dothidea* (Moug.) v. H. zu heißen. *B. Molluginis* v. H. ist eine *Dothidella*, nahe verwandt mit *Dothidella Periclymeni* (Fuck.). *B. anceps* v. H.

ist keine Dothideacee, sondern eine *Wallrothiella* Sacc. 882, *W. anceps* v. H.; *Pilgeriella perisporioides* P. Henn. ist mit den Capnodiaceen verwandt, die alle einen pseudosphaerialen Perithecienkern haben. Ebenso die Gattungen *Perisporiopsis* P. H. und *Perisporina* P. H. Diese 3 Gattungen werden am besten als Capnodiaceen mit spärlichem oder fehlenden Subiculum eingereiht.

245. *Dothidea Visci* Kalckbr. ist eine *Botryosphaeria* mit braunen Sporen, *Phaeobotryon Visci* (K.) v. H.; *Ceuthospora Visci* (A. et S.) Sollm. ist nicht die Nebenfrucht von *Gibberidea Visci* (Fuck.), sondern gehört zu *Dothidea Visci; Phaeobotryosphaeria* Speg. 1908 ist vermutlich gleich *Phaeobotryon* Th. et S. 1915.

246. Die Grundart *Sphaerulina myriadea* (D. C.) Sacc. 1878 ist von *Phragmodothella* Th. et S. 1915 nur wenig verschieden.

247. *Pleosphaerulina* Passerini 1891 ist gleich *Pringsheimia* Schulzer 1866, gehört auch zu den Dothideales.

248. *Saccothecium* Fries 1834 = *Massaria* de Not. 1844.

249. *Sphaeria serograpta* Dur. et M. und *Sphaerulina myriadea* (D. C.) Sacc. sind von einander verschiedene *Sphaerulina*-Arten.

250. *Haplodothis* v. H. und *Pseudosphaerella* v. H. sind von *Carlia* Rbh.-v. H. (*Sphaerella* Fries) nicht wesentlich verschieden. *Sphaerulina smilacincola* Rehm ist eine *Carlia (Sphaerella* Fr.); *Sphaerulina phellogena* D. Sacc. ist gleich *Pleosphaerulina sepincola* (Fr.) Rehm.; *Sphaerulina Trifolii* Rostr. ist eine *Pseudosphaeria; Sph. vulpina* Lamb. et F. ist eine unreife *Leptosphaeria* oder *Metasphaeria*; *Sph. Sacchari* P. H. = *Metasphaeria Sacchari* (P. H.) v. H.; *Sph. Maydis* P. H. = *Metasphaeria Maydis* (P. H.) v. H.

251. *Sphaeria Aspidiorum* Libert ist ein *Scirrhodothis* Th. et S., nahe verwandt mit *Sc. confluens* (Starb.). Die Nebenfrucht ist *Sphaerothyrium filinum* Bub. 1916.

252. *Dangeardiella macrospora* (Schröt.) S. et S. ist eine Dothideacee von *Scirrhophragma* Th. et S. 1915 und *Exarmidium* Karst. 1873 wenig verschieden.

253. *Leptostroma filicinum* Fries ist eine zu streichende Mischart.

254. *Sphaeria gangraena* Fries ist eine *Telimena*.

255. *Phyllachora Agrostis* Fuck. ist eine *Scirrhia*. Diese Gattung wurde von THEISSEN und SYDOW falsch beschrieben. *Scirrhia* und *Carlia* (*Sphaerella*) stehen sich nahe.

256. *Sphaeria arundinacea* Sow. hat *Rhopographus arundinaceus* (Sow.) v. H. zu heißen.

257. *Rhabdostroma* Sydow 1916 ist gleich *Apiospora* Sacc.

258. *Diaporthe Asparagi* Fuckel hat *Homostegia Asparagi* (Fuckel) v. H. zu heißen.

259. *Sphaeria ? cinereo-nebulosa* Desm. ist gleich *Sphaerella recutita* Fries = *Carlia recutita* (Fr.) v. H. Nebenfrucht ist *Passalora graminis* (Fuck.) v. H.; *Sphaeria lineolata* Rob. ist auch eine *Carlia*. Ebenso *Phoma cinereum* Desm. Ferner auch *Sphaeria hederaecola* Desm.; desgleichen *Asterina Aesculi* Desm.; *Sphaeria Podograriae* Roth, *Dothidea Angelicae* Fries, *Dothidea Heraclei* Fr. sind lauter *Carlia (Sphaerella* Fr.)-Arten.

260. *Sphaerulina plantaginea* Rehm 1908 ist gleich *Sphaerella plantaginicola* Pat. 1893; *Mycosphaerella Puttemansii* P. H. und *M. gavensis* P. Henn. sind einander gleich und vielleicht nur Form der *Carlia plantaginicola* (Pat.) v. H.

261. *Mycosphaerella Fraxini* (Niessl.); *Asteroma Fraxini* D. C. = *Cercospora Fraxini* (D. C.) Sacc.; *Phyllosticta osteospora* Sacc. *F. Fraxini* und *Septoria Fraxini* Fr. sind alles Entwicklungszustände von *Carlia Fraxini* (N.) v. H.

262. *Sphaeria Atomus* Desm. ist gleich *Sphaeria myriadea* D. C. var. *Fagi* Desm., mit *Stictochorella faginea* (Bres.) v. H. als Nebenfrucht, ist eine *Carlia*-Art.

263. *Phoma siliquastrum* Desm. ist unreife *Sphaerella Cruciferarum* Fr., also eine *Carlia*.

264. *Didymella fruticosa* v. H. hat *Carlia fruticosa* v. H. zu heißen.

265. *Mycosphaerella Asteroma* Fr. ist eine echte *Carlia*.

266. *Asteroma reticulatum* (D. C.) Chev. ist eine unreife Trabutinee.

267. *Sphaerella Asteroma* (Fr.) Karst. in F. rossiae exs. Nr. 338 ist ein braunparenchymatisches eingewachsenes Stroma mit unreifen Schlauchlokuli und einer eigenartigen *Phloeosporina* v. H., die als *Cylindrosporium Komarowi* Jacz. beschrieben ist und *Phloeosporina Komarowi* (J.) v. H. zu heißen hat.

268. *Hypoderma Aceris* P. H. et Lind. gehört in die neue Phyllachorineen-Gattung *Schizochorella* v. H. (Stroma in und unter der Epidermis, am Rand subcuticulär; nur ein Lokulus, der sich oben mit Längsspalt öffnet; Paraphysen fädig; Schläuche achtsporig, Sporen hyalin, einzellig): *Schizochorella Aceris* (H. et L.) v. H.

269. *Xyloma aquilinum* Fries ist vorläufig *Placostroma aquilinum* (Fr.) v. H. zu nennen. Auch mit *Endodothella* verwandt.

270. *Phoma nigerrima* Syd. ist eine unreife Dothideacee.

271. *Dothidea Prostii* Desmaz. ist ein dothidealer Pilz. *Haplotheciella* v. H. n. G. Stroma nur hyphig; Dothithecien intraepidermal, mit der Epidermisaußenwand verwachsen; Paraphysen vor-

handen; Schläuche achtsporig, Sporen hyalin gleich — zweizellig. (*Haplothecielia Hellebori* (Chaill.) v. H.). Nebenfrucht: *Dothisphaeropsis Hellebori* v. H. n. G. Bau wie *Haplotheciella*, Conidien länglich-rund, klein, einzellig, gefärbt.

272. *Dothidea melanophaea* Desm. (auf *Veratrum*) ist ein ganz unreifer dothidealer Pilz und ganz verschieden von *Sphaeria melanoplaca* Desm. (auf *Geum*), die von AUERSWALD als *Sphaerella* betrachtet wird.

273. *Sphaeria palustris* Fries ist ein unreifer, dothidealer Pilz.

274. *Phyllostictina Murrayae* Syd. 1916 ist keine Sclerophomee, sondern eine dothideale Nebenfrucht, jedenfalls zu einer *Guignardia* V. et R. 1892 (= *Phyllachorella* Syd.) gehörig. *Phoma uvicola* B. et C. hat *Phyllostictina uvicola* (B. et C.) v. H. zu heißen. *Phyllosticta ilicicola* C. et Ell. hat *Phyllostictina ilicicola* (C. et E.) v. H. zu heißen und ist die Nebenfrucht von *Physalospora Ilicis* (Schl.) Sacc., die dothideal und mit *Discosphaerina* v. H. 1917 (F. Nr. 1031) und *Phyllachora* verwandt ist: *Discochora* v. H. n. G. Wie *Phyllachora*, aber ostiolum mit Ringwall. Grundart: *Discochora Ilicis* (Schl.) v. H.

275. *Leptostromella septorioides* S. et R. ist die Nebenfrucht von *Lophodermellina Robergei* (D.) v. H. oder *L. graminea* (P.) v. H.

276. *Leptostroma caricinum* Fr. in F. rhen. Nr. 186 ist von FRIES' Art (*Xyloma caricinum* Fr.) verschieden. FRIES' Pilz hat *Cryptosporium caricinum* (Fr.) v. H. zu heißen. Der Pilz in FUCKEL, F. rhen. Nr. 186 hat *Leptostroma caricinellum* v. H. zu heißen.

277. *Acarosporium* Bub. et Vleugel ist falsch aufgefaßt und mit *Pilidium* Kunze nächst verwandt. Conidien fädig. Nebenfrucht zu einem phacidialem Pilze. Zweite Art: *A. austriacum* v. H. auf Früchten von *Cornus mas*.

278. *Hendersonia fructigena* Sacc. var. *Crataegi* Allesch. hat *Hendersonula Crataegi* (A.) v. H. zu heißen.

279. Auf Ahornblättern sind 32 Pilze als *Septoria*, *Septogloeum*, *Phloeospora* und *Cylindrosporium* beschrieben, die alle zu *Septoria* Fr. gestellt werden müssen und zu *Carlia*-Arten gehörten. Bisher sind aber nur 3 *Carlia*-Arten auf Ahornblättern bekannt. Die europäischen Formen werden nur 3 Arten sein: Auf Feldahorn *Septoria acerina* Sacc. 1880, auf Bergahorn *Sept. Pseudoplatani* Roberge 1847; auf Berg- und Spitzahorn *Sept. Aceris* (Lib.) B. et Br.

Phleospora californica E. et Er. ist *Hendersonia californica* (E. et Ev.) v. H. zu nennen. *Hendersonia* Berk. 1841 non Aut. = *Stagonospora* Sacc. 1880.

Septoria acerina Peck. 1873 ist eine *Phloeosporella* v. H.

280. *Septoria Aceris* (Lib.) B. et Br. hat Kümmerformen, mit 1- und 2-zelligen Conidien, die als *Gloeosporium acerinum* Westend. und *Gl. acericolum* Allesch. beschrieben sind.

281. *Cryptodiscus phacidioides* Desmaz. ist *Diaporthe Lebiseyi* (D.) N. mit *Phoma Lebiseyi* Sacc.

282. *Coniella* v. H. n. G. Sphaerioidee-astomae. Pykniden rundlich, eingewachsen, ohne Ostiolum, Membran parenchymatisch, einzellschichtig. Träger einfach, auf basalem Polster sitzend. Conidien einzeln endständig, gefärbt, einzellig. Grundart: *C. pulchella* v. H. auf *Paeonia*-Blättern.

283. *Fusarium maculans* Sandri 1842 (*Septoria Mori* Lév. 1846) auch als *Cheilaria*, *Fusisporium*, *Phleospora*, *Septogloeum* aufgefaßt, wird neuerdings (DIEDICKE 1912, MOESZ 1916) als *Fusarium* betrachtet, hat *Phloeosporella maculans* (S.) v. H. zu heißen.

284. *Sporocadus Fiedleri* Rabenh. = *Hendersonia Fiedleri* West. = *Hendersonia Corni* Fuckel = *Hendersonia decipiens* Thümen = *Sphaeria Corni-albae* Roumeg., hat *Stilbospora Fiedleri* (R.) v. H. zu heißen.

285. *Hymenula callorioides* Sacc. = *Sclerotium succineum* Roberge; ist ein *Sclerotium*.

286. *Sphaeria geographica* D. C. hat vorläufig *Gloeosporina geographica* (D. C.) v. H. zu heißen, vielleicht zu *Linospora ochracea* (Desm.) gehörig.

287. *Phoma hysterella* Sacc. 1881 = *Gloeosporium taxicolum* Allesch. 1896 = *Melanconium Cavarae* Montem., hat *Gloeosporidium hysterellum* (Sacc.) v. H. zu heißen.

288. *Stigmella dryina* Lév. 1842 = *Dicoccum dryophyllum* Corda 1837 = *Conithecium phyllophilum* Desmaz., 1845 ist ein *Steganosporium* Corda 1839 auf Blättern und mit kleinen kugeligen Fruchtkörpern.

289. *Stigmella scitula* Sydow ist von 3 Autoren falsch beschrieben. Die Conidien sind lang stielartig geschwänzt. Darnach muß die für den Pilz aufgestellte Gattung *Piricauda* Bub. 1914 anders beschrieben werden.

290. *Stigmella Crataegi* Ell. et Ev. hat zu heißen *Stemphylium Crataegi* (E. et Ev.) v. H.

291. *Sphaeropsis Evonymi* Desm. ist zu streichen.

292. *Asteroma elegans* Roberge ist zu streichen.

293. *Asteroma graphoides* Roberge, steriler Pilz ohne Wert.

294. *Asterina vagans* Desmaz. ist eine zu streichende Mischart. Meist unreife Pyrenomyceten (*Carlia*, *Venturia*) oder sterile Hyphen.

295. *Sphaeropsis aequivoca* Desmaz. 1859 hat *Sclerotium aequivocum* (D.) v. H. zu heißen.

296. *Asterina incomptum* Roberge ist zu streichen, sterile Hyphen.

297. *Phacidium geographicum* Kickx ist kein Pilz.

298. *Asterina Hederae* Desmaz. ist auch kein Pilz.

299. *Phoma millepunctatum* Desmaz. sind die Cystolithen — Zellen der Maulbeerbaumblätter.

300. *Cephalotrichum* Link 1809 ist noch heute giltig. Die Grundart *C. rigescens* Link ist eine Phaeostilbee mit wahrscheinlich gefärbten Conidien. Ist verschollen und vielleicht mit *Sporocybe eumorpha* Sacc. identisch, die keine *Sporocybe* ist. Eine Gattung *Cephalotrichum* Berk. besteht nicht (s. Frgm. 564). *Graphium Desmazierii* Sacc. hat *Graphiopsis Desmazierii* (Sacc.) v. H. zu heißen. *Graphium tenuissimum* Corda ist ein *Haplographium*, von *H. delicatum* B. et B. nicht verschieden.

301. *Chaetobasidiella* v. H. n. G. Mit *Vermicularia* nahe verwandt, aber Conidien klein, eiförmig, gefärbt. Grundart: *Ch. vermicularoidea* v. H. auf *Actaea*-Stengeln, Nied.-Österr.

302. *Phloeospora Jaapiana* P. M. 1898 = *Ramularia Jaapiana* (P. M.) Died. 1912 = *Ramularia Statices* Rostr. 1904.

303. *Exotrichum leucomelas* Sydow 1914 hat zu heißen *Myrothecium leucomelas* (Syd.) v. H.

304. *Excipula immersa* Desmaz. 1857 ist die Nebenfrucht einer noch unbekannten Coccodiniee. *Vermiculariopsis* v. H. n. G. Tuberculariee. Fruchtkörper oberflächlich einem Subiculum aufsitzend, polsterförmig, mit schwarzen Borsten besetzt, unten kleinzellig-parenchymatisch, oben parallelfaserig. Träger einfach oder büschelig verzweigt; Conidien schleimig verbunden, hyalin einzellig, zylindrisch-spindelig, mittelgroß. Grundart: *V. immersa* (D.) v. H.

39. Otto Baumgärtel: Chromatische Fixierung.

(Mit 1 Textfigur.)

(Eingegangen am 11. Juni 1918.)

Die gangbaren und bewährten cytologischen Präparationsmethoden bestehen in zwei getrennten Manipulationen, von denen jede auf verschiedene Arten sich vollziehen läßt, je nach der Differenzierung, die man hinsichtlich der morphologischen Details des Zellinhaltes herauszuarbeiten wünscht: Fixierung und Färbung.

So gelungen und dauerhaft die auf diese Weise erhaltenen Resultate auch sein mögen, ist dennoch vom ökonomischen und kritischen Standpunkte aus der Versuch nicht abzuweisen, Fixierung und Färbung in eine einzige Manipulation zusammenzufassen unter der Voraussetzung, daß die so erhaltenen Präparate weder an Qualität noch an Stabilität den nach bewährten Methoden hergestellten nachstehen, sondern sich überdies durch Ersparnis an Zeit, Mühe und Mitteln sowie einfachere Handhabung empfehlen. Einerseits nötigt die Zwangslage des Kriegswirtschaftslebens zur möglichsten Sparsamkeit mit Dingen wie Alkohol oder Farbstoffe, deren Vergeudung auch im wissenschaftlichen Laboratorium vermieden werden sollte. Anderseits ist die Wahrscheinlichkeit der chemischen und morphologischen Integrität eines cytologischen Präparates um so geringer, je größer die Zahl der Reagenzien ist, die das Objekt bis zum definitiven Einschlusse passieren muß. Besonders die labilen Nukleoproteide erleiden leicht verschiedenartige Zersetzungen und Veränderungen, auf welcher Wandelbarkeit die verschiedene Färbbarkeit verschieden konservierter Kerne beruht.[1]) Mit der Vereinigung der Fixierung und Färbung zu einer Manipulation, die ich **chromatische Fixierung** nenne, ist demnach eine größere Garantie für intakte Konservierung des Zellinhaltes gegeben.

Bei algologischen Untersuchungen verwendete ich früher[2]) eine Lösung, die ähnlich wie das gebräuchliche Gemisch „Methylgrün-Essigsäure" an frischem Materiale die Zellkerne sichtbar machte, ohne aber den Zellinhalt durchzufixieren, weshalb solche Präparate

---

1) M. HEIDENHAIN Plasma und Zelle. I. 1. Jena 1907, p. 129.

2) O. BAUMGÄRTEL. Algologische Studien im Gebiete des unteren Kamnitzbaches. Lotos, 1914, p. 164.

nicht einschlußfähig waren, da sie in keinem Medium ihre Färbung behielten, die mehr adsorptiven Charakter besaß. Dieses Schnellfärbemittel war „eine Lösung von Eosin in sehr verdünntem Alkohol, der bis zum Eintritte der Ausflockung Alaunwasser zugesetzt wurde; das lichtrote Filtrat färbt speziell Zygnemaceen-Kerne schnell tiefrot“.

Versuche mit Pikrofuchsin nach HANSEN (Gieson-Lösung)[1] und Pikroindigokarmin nach CAJAL[1]) bewährten sich an pflanzlichen Zellen wenig.

Erst unter Zuhilfenahme von Hämatein gelang mir im Verlaufe vergangenen Sommers die Herstellung einer Lösung, die ich als **Pikrinsäure-Sublimat-Hämalaun** bezeichne und welche die erwünschten Eigenschaften eines „Chromofixativs“ besitzt. Diese Kombination, sie sei mit Ps.S.H.A. bezeichnet, hat folgende Zusammensetzung.

Destill. Wasser	80 ccm
Alaun	1 g
Hämatein[2])	0,1 g
96 % Alkohol	20 ccm
Pikrinsäure[2])	0,5 g
Sublimat[3])	1 g

Bei der Herstellung von Ps.S.H.A. wird zunächst der Alaun in der vorgeschriebenen Menge kochenden, destillierten Wassers gelöst, dann das Hämatein unter vorsichtigem Erwärmen in dem Alkoholquantum, worauf die zweite Lösung der ersten zugesetzt wird. Nun setzt man unter Umrühren mit einem Glasstabe die Pikrinsäure zu und schließlich nach deren Lösung das Sublimat, worauf man die Lösung abkühlen läßt. Diese ist goldbraun gefärbt, klar und sofort gebrauchsfähig. In roter Glasflasche aufbewahrt, hält sie sich unbegrenzt lange bei gutem Verschlusse.

Zum Gebrauche schüttet man einige Kubikzentimeter in ein Gläschen und bringt das betreffende Objekt in die Lösung, in welcher es je nach seiner Konsistenz verschieden lange verweilt. Nach meiner Erfahrung kann man bei einzelligen, zarten Organismen bereits nach einer halben Stunde Erfolge erzielen, jedoch ist eine Einwirkung von 5 Stunden auch nicht von sichtbarem Nachteile. Zellfäden, Zellflächen und zartere, nicht zu mächtige Gewebekomplexe sind nach 6 Stunden Verweilen in Ps.S.H.A. chromatisch fixiert. Vielschichtige

---

1) B. SCHMID, Handbuch der naturgeschichtlichen Technik. Berlin und Leipzig, 1914, p. 18.

2) Dr. G. GRÜBLER & Co., Leipzig.

3) Gepulvert oder in dosierten, zur chirurgischen Asepsis verwendeten Würfeln.

Gewebe hingegen brauchen wohl 12 Stunden ehe sie durchdrungen sind. Zentrifugate werden im Spitzglase selbst der Wirkung der Lösung ausgesetzt.

Hat das Objekt genügend lange im Ps.S.H.A. geweilt, so wird durch vorsichtiges Dekantieren die Lösung zu dem in der Stammflasche gebliebenen Reste zurückgeschüttet, um immer wieder verwendet werden zu können, bis die goldbraune Farbe in ein schmutziges Olivgrün umschlägt. Das fixierte Material wird hierauf in reines Wasser gebracht, das solange gewechselt wird, als es sich noch von der dem Objekte entströmenden Pikrinsäure gelb färbt. Ist diese entfernt, so hat sich das Objekt über Braun allmählich violett gefärbt.

Die weitere Behandlung führt das Material durch 96 % Alkohol über Alkohol-Xylol (1 : 1) in reines Xylol. Greifbare Objekte ließ ich auf folgende Art diese Skala durchlaufen: Einem Probegläschen wurde der Boden abgeschnitten und mittels feiner Gaze die trichterige Mündung verschlossen, wobei sich Blumendraht verwenden ließ. In dieses Siebröhrchen wurde nun das betreffende Objekt gebracht, worauf jenes auf je 24 Stunden in ein Glas getaucht wurde, das gut verschließbar eine der drei Flüssigkeiten der Skala enthielt, wie es Fig. 1 veranschaulicht. Indem in drei solchen Gläsern die betreffenden Reagenzien verblieben und die Siebröhrchen mit ihrem Material einfach dieselben passierten, wurden bedeutende Ersparnisse an Alkohol und Xylol erzielt. Nach Abdunsten ihres Xylolgehaltes können die Siebröhrchen von neuem die Skala mit neuem Materiale durchwandern. Zentrifugate werden natürlich im Spitzgläschen der Reihe nach mit Alkohol, Alkohol-Xylol, Xylol behandelt.

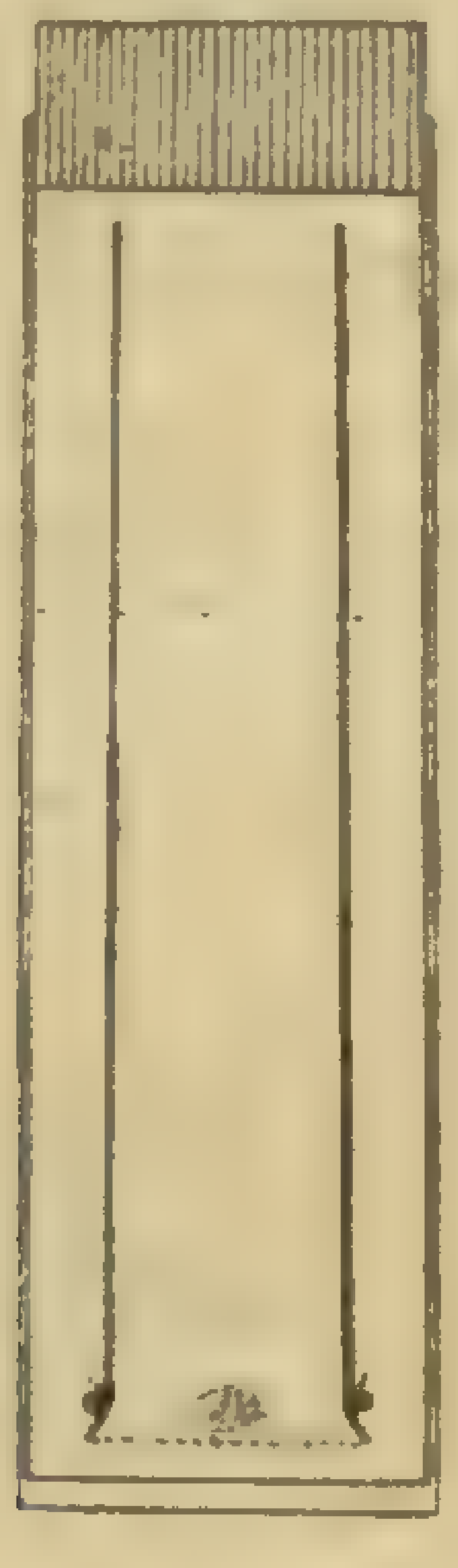


Fig. 1

Zum Schneiden bestimmtes Material ist hiemit in toto gefärbt ins Xylol gelangt und kann nach gewohnter Weise in Paraffin eingebettet, geschnitten und in Kanadabalsam eingeschlossen werden. Bei etwaigen Ueberfärbungen müssen die Schnitte über Alkohol-Xylol und Alkohol zur Differenzierung in eine 3% Alaunlösung in Wasser gelangen.

Objekte, die, aber ohne geschnitten werden zu müssen, eingeschlossen werden können, lassen sich in 3% Alaunlösung bereits vor dem Durchlaufen der Skala nach dem Auswaschen mit Wasser entsprechend differenzieren, falls sie überfärbt sein sollten, oder weiter in Ps.S.H.A. behandeln, wenn sich die chromatische Fixierung nach dem Auswaschen als ungenügend erweist. Entsprechen sie aber den Erwartungen, so werden sie nach Durchlaufen der Skala direkt in einen Tropfen stark verdünnter Lösung von Kanadabalsam in Xylol auf dem Objektträger überführt und mit einem Deckglas bedeckt der allmählichen Abdunstung des überschüssigen Xylols überlassen. Je zarter das Präparat ist, desto verdünnter soll die Lösung des Kanadabalsams sein; immer aber muß sie den Flüssigkeitscharakter des Xylols aufweisen.

Die Wirkung des Ps.S.H.A. habe ich an einer Reihe von Präparaten studiert, die folgenden Objekten entstammten: *Euglena, Microspora, Oedogonium, Hookeria, Impatiens, Hyacinthus, Elodea.* In allen Fällen bewährte sich die Lösung als fixierendes Kernfärbemittel, indem in dem schwachvioletten oder farblosen Cytoplasma der bläulichviolette Kern sich deutlich hervorhob. Im besonderen zeigten die einzelnen Teile der Zelle folgendes Verhalten:

Membran: Zellulosemembranen farblos, pektinöse leicht violett.

Plasma: Leicht violett bis farblos.

Chloroplasten: Hellviolett; Algenchromatophoren oft kräftiger gefärbt, was vielleicht auf dem Vorhandensein von Glykoproteiden beruht.

Pyrenoide: Zonärer Bau; Zentrum rötlichviolett, eine farblose Mittelzone und eine blauviolette Außenzone. Das Zentrum dürfte einem Glykoproteidherde entsprechen, der lakunösen Bau zeigt und die Kohlehydrate, die sich im Chromatophor gebildet, nach provisorischer Bindung mit einem Eiweißpaarling kondensierter abspaltet, worauf sie nach Passieren der Mittelzone sich in der äußeren als Amylum niederschlagen.[1])

---

[1]) F. Oltmanns, Morphologie und Biologie der Algen II. Jena, 1905, p. 111, widmet der Pyreniodfrage ein übersichtliches Kapitel.

Chromatin: Dunkelviolett; bei 1265facher Vergrößerung zeigen die Spindelkerne der Epidermis von *Hyacinthus*, daß die sogenannten „Körnchen“ eigentlich „Bläschen“ sind, Lakunen des Liningerüstes, welche die chromatische Substanz füllt.

Kerngerüst und Kernsaft: Bläulich bis farblos.

Kernmembran: Farblos, aber gut zu unterscheiden.

Nukleolus: In höheren Pflanzenkernen farblos oder schwach violett gefärbt. Bei Oedogonium stark violett, oft mit einem leichten rötlichen Ton. Der Scheibenkern von *Microspora* erscheint überhaupt wie eine Kern mit einem einzigen, zentralen Nukleolus oder wie ein Pyrenoid. Nach OLTMANNS[1]) ist es plausibel, daß Nukleolen, die sich mit Kernfarbstoffen färben, eigentlich lokale Anhäufungen von Nukleinsubstanzen vorstellen, wie ja im extremsten Falle bei *Microspora* alles Chromatin im Kernzentrum konzentriert erscheint.

Diese Befunde enthalten mancherlei, dessen Erörterung anderweitig ausführlich erfolgen soll. Hier wurden sie nur insoweit erwähnt, als sie darzutun imstande sind, daß die chromatische Fixierung geeignet ist, cytologische Fragen anzuregen und vielleicht zu vertiefen.

Prag, Botanisches Institut der k. k. deutschen Universität, Juni 1918.

---

1) l. c. p. 96.

40. M. Möbius: Merkwürdige Zeichnungen auf Marantaceenblättern.

Zweiter Teil.

(Mit Tafel XI.)

(Eingegangen am 12. Juni 1918.)

In meinem ersten Aufsatz[1]) über die Blattzeichnung der Marantaceen war ich nur soweit gekommen, deren anatomische Grundlage zu beschreiben, es gilt nun, nach dem früher entworfenen Plan, zunächst die komplizierteren Zeichnungen von den einfacheren abzuleiten, dann aber auch, eine physiologische Erklärung zu versuchen.

Eine so merkwürdige Zeichnung wie die des Blattes von *Calathea Makoyana* (Taf. VII, Fig. 4), die ein gefiedertes Blatt mit regelmäßig abwechselnden größeren und kleineren Fiederblättchen aufweist, wird uns verständlicher, wenn wir Uebergänge zu einfacheren Zeichnungen beobachten können. Solche sind nun auch vorhanden. Ausgehend von einem *Calathea*-Blatt, das auf der Oberseite gleichmäßig grün gefärbt ist wie z. B. *C. princeps*, finden wir die erste Stufe der Fiederzeichnung bei *C. zebrina*, deren Blatt auf der Oberseite hell und dunkel gestreift ist parallel den sekundären Nerven, wobei die dunkeln Streifen auf einer Linie, die jederseits vom Hauptnerven, zwischen diesem und dem Rand, in der Mitte liegt, zusammenfließen können.

Hieran schließt sich *C. Oppenheimiana:* es bilden sich helle Streifen zwischen dunkleren und zwar so, daß deren Ränder parallel den sekundären Nerven von der Mittelrippe zum Blattrand verlaufen. Ein Mittelstreifen, etwas breiter als die Mittelrippe selbst, und der Blattrand bleiben dunkelgrün, und sie werden verbunden durch 6—8 schmale dunkelgrüne Bogen, zwischen denen die hellen Felder noch unterbrochen werden durch kürzere von dem Mittelstreifen ausgehende dunkle Strahlen, die spitz endigen, manchmal auch noch in schmalen, etwas unterbrochenen Strichen bis zum Rand ziehen. Die dunkeln und hellen Streifen alternieren rechts und links fast regelmäßig, wenigstens in dem mittleren Teil des Blattes zwischen Basis und Spitze. Die Unterseite ist gleichmäßig dunkelbraunrot mit scharf hervortretenden sekundären Nerven, das Gelenk ist dunkel-

---

1) Vergl. diese Berichte, Bd. XXXVI 1918. S. 263.

braun. Bei durchfallendem Licht erscheint die Zeichnung weniger deutlich.

Nun erfolgt der Uebergang zur fiederigen Zeichnung, indem die dunkeln Streifen nicht mehr von der Mittelrippe zum Rand durchgehen, sondern vor dem Rand aufhören, wie wir es bei *C Chantrieri* (Taf. VII, Fig. 2) finden. Hier sieht das Blatt von oben größtenteils silbergraugrün aus, mit scharf hervortretenden sekundären Nerven. Ein der Mittelrippe entsprechender, etwa $^1/_2$ cm breiter Streifen und eine etwa $^1/_4$ cm breite Partie beiderseits am Blattrand ist hellgrün gefärbt. Von dem Mittelstreifen gehen jederseits etwa neun dunkelgrüne Strahlen aus wie schmale Fiederblättchen, deren spitze Enden den Rand nicht erreichen. Sie korrespondieren ziemlich regelmäßig rechts und links miteinander. Diese scheinbar aufgemalten Fiederblättchen richten sich nach den sekundären Nerven derart, daß ihre Mittelrippe einem solchen Nerven entspricht, ihre Ränder aber die darüber und darunter verlaufenden sekundären Nerven nicht mehr erreichen. Diese Ränder sind nicht scharf, sondern bilden gewissermaßen eine feingesägte Randlinie, wobei die Sägezähne auf den tertiären Nerven ausgezogen sind, die ebenfalls deutlich hervortreten. Die Unterseite ist gleichmäßig hellgrün, man sieht keine Spur von Fiederzeichnung, nur die sekundären Nerven treten als dunkelgrüne, die tertiären als heller grüne Linien auf dem hellgraugrünen Grund hervor. Bei durchfallendem Licht verschwindet die Zeichnung vollständig.

Die schmalen Streifen verwandeln sich in elliptische Figuren auf der nächsten Stufe, die von *C. Wiotiana* gebildet wird, einer Art mit verhältnismäßig kleinen Blättern. (Taf. VII, Fig. 3). Hier sind auf gleichmäßig hellgrünem Grund rechts und links je fünf dunklere Blättchen aufgezeichnet von länglich-eiförmiger Gestalt, oben und unten ziemlich gleichmäßig abgerundet endend. Die größeren alternieren rechts und links ziemlich regelmäßig miteinander, zwischen sie sind kleinere eingeschaltet. Zu beiden Seiten des helleren Mittelnerven verlaufen ganz schmale dunkle Striche, die zu den Fiederblättchen führen, als ob sie deren Stiele vorstellten. Die Zeichnung ist vollkommen scharf. Die Grenze der Fiederblättchen hat mit dem Verlauf der sekundären Nerven nichts zu tun, nur daß ein solcher Nerv immer die Mittellinie einer Fieder bildet. Auf der Unterseite erscheint die Fiederung nur undeutlich, aber die sekundären Nerven treten viel schärfer als auf der oberen hervor. Der hellgraue Grund ist stellenweise rötlich überlaufen, aber ohne Beziehung zu der Fiederzeichnung. Diese erscheint bei durchfallendem Licht viel weniger deutlich, als sie bei auffallendem Licht auf der Oberseite gesehen wird.

In *C. Wiotiana* haben wir somit schon die extreme Bildung erreicht, *C. Makoyana* (Taf.VII, Fig. 4) ist zwar noch viel komplizierter gezeichnet, schließt sich aber auch wieder mehr an *C. Oppenheimiana* an. Bei diesem Blatt ist der Grund hellgrün und wird durch die sekundären und tertiären Nerven schön dunkelgrün schraffiert. Die Mittelrippe ist hellgrün, an beiden Seiten dunkel eingefaßt. Der Blattrand zeigt eine normal grüne Farbe, und von ihm gehen entsprechend den sekundären Nerven Ausstrahlungen nach der Mittelrippe zu mehr oder weniger tief ins Blatt hinein. Diese Ausstrahlungen verbinden sich zum Teil mit den aufgezeichneten Fiederblättchen, die eine tiefgrüne Farbe besitzen. Auf jeder Seite treten nämlich etwa acht größere Fiedern auf, rechts und links alternierend, und zwischen ihnen viel kleinere. Jede Fieder besitzt einen deutlichen Stiel, der durch einen grünen schmalen Streifen, entsprechend einem sekundären Nerven gebildet wird und mit der dunkeln Einfassung der Mittelrippe in Verbindung steht, die daher eine deutliche Blattspindel darstellt. Auf der Unterseite erscheint dieselbe Zeichnung, aber in grau und rot, und zwar so, daß den hellen Stellen der Oberseite die graue, den dunkeln die rote Färbung entspricht. Bei durchfallendem Licht tritt infolgedessen die Zeichnung noch schärfer hervor.

Die helle Färbung wird bei dieser Reihe (*C. Makoyana* ausgenommen) durch eine Luftschicht zwischen Hypoderma und Assimilationsgewebe hervorgerufen. Weniger interessiert uns hier die andere Reihe, die ich der der Fiederzeichnung als die der Zonenbildung gegenüberstellen möchte, und bei der die Färbung anatomisch durch den Unterschied im Chlorophyllgehalt erzeugt wird (*C. Massangeana* ausgenommen).

Hier könnten wir mit *C. mediospicata* beginnen, die ein großes grünes Blatt besitzt, und auf diesem beiderseits vom Mittelnerven eine schmale helle Zone zeigt. Die nächste Stufe wird durch *C. Lindeni* (Taf. XI, Fig. 1) repräsentiert, deren Blatt auf jeder Seite des Mittelnerven vier Zonen aufweist, nämlich erstens neben dem Mittelnerven eine schmale, ganz hellgrüne, zweitens eine breitere von dunkelstem Grün mit weißen sekundären Nerven, gegen die vorige scharf aber zackig begrenzt, indem die Zacken den sekundären Nerven entsprechen, drittens eine Zone, die heller als die zweite aber dunkler als die erste ist, und viertens eine Randzone, die im Tone zwischen der zweiten und dritten steht. Die zweite ist gegen die dritte, und diese gegen die vierte abgetönt. Die Unterseite erscheint hellgraugrün mit dunkeln sekundären Nerven, der zweiten und vierten Zone der Oberseite entsprechen rötliche Zonen. Im durchfallenden Licht ist die Zeichnung ebenso deutlich wie im auffallenden.

Bei *C. Veitchiana* (Taf. XI, 2) können wir ebenfalls vier Zonen unterscheiden, aber deren Grenzen verlaufen nicht ganz parallel der Mittelrippe oder dem Blattrand, sondern bilden scharfe, nach außen konvexe Bogen, etwa sechs an Zahl, und so, daß diese Bogen von innen nach außen einander entsprechen. Die erste, innerste Zone ist grün, von innen nach außen heller abgetönt, durch die dunkelgrünen tertiären Nerven schön schraffiert. Die zweite Zone ist schwarzgrün, die dritte ganz hellgrün, die vierte innen dunkelgrün, nach außen heller abgetönt, ohne Schraffierung durch die tertiären Nerven. Die Unterseite ist hellgraugrün mit dunkeln Linien, die den sekundären Nerven entsprechen, und karmoisinrot gezont, so daß der zweiten und vierten Zone der Oberseite die roten Stellen korrespondieren. Demgemäß erscheint die Zeichnung bei durchfallendem Licht ebenso deutlich wie bei auffallendem.

Denken wir uns nun die Bogen von *C. Veitchiana* an den Stellen, wo sie am weitesten nach innen vorspringen, gespalten und durch helle Zwischenräume getrennt, so kommen wir, unter einigen Modifikationen zu der Zeichnung, die uns *C. Massangeana* darbietet. (Taf. XI, 3.) Die Mittelrippe ist hellgrün, die erste Zone hellgraugrün, der Rand dunkler graugrün gefärbt. Zwischen diesem und der helleren inneren Zone liegen 5—6 dunkle Flecken, die nach innen zu scharf begrenzt sind und zwar mit einem herzförmigen Einschnitt, nach dem Rande zu aber wie ausgefranst erscheinen. Ihre Farbe ist im jugendlichen Zustand des Blattes ein schönes Samtbraun, dessen Entstehung oben beschrieben wurde, im älteren Zustand des Blattes ein dunkles Samtgrün Zwischen ihnen verlaufen stark hervortretende, fast weiße sekundäre Nerven. Die Unterseite sieht graugrün aus, die sekundären und tertiären Nerven treten scharf hervor, den dunkeln Flecken entsprechen rot überlaufene, aber nicht scharf umschriebene Stellen. Bei durchfallendem Licht ist die Zeichnung viel weniger deutlich als bei auffallendem.

Einen dritten Typus könnte man in *C. Lietzei* (Taf. XI, 4) sehen, auf deren Blatt eine Fiederzeichnung angedeutet ist. Die Fiedern erscheinen aber hier hell auf dunkelm Grund, und diese helle Figur entspricht mehr einem tief eingeschnittenem Eichenblatt, wie etwa dem von *Quercus macrocarpa*, als einem nach dem Typus der Esche gefiedertem Blatt. Wir haben also nur zwei Zonen: eine hellere innere und eine dunklere äußere, die Grenze zwischen ihnen ist unregelmäßig zackig, die größeren, nach außen vorspringenden Abschnitte alternieren ungefähr rechts und links. Ein Blick auf die Abbildung (Taf. XI, 4) läßt uns die Zeichnung leichter und schneller verstehen als eine Beschreibung. Die Unterseite ist gleichmäßig violett gefärbt, und auch hierin unterscheidet sich *C. Lietzei* von den andern hier besprochenen Arten. Auch beruht auf diesem Umstand, daß die Zeichnung bei durchfallendem Licht weniger deutlich als bei auffallendem erscheint.

Aehnliche Zeichnungen wie sie die Marantaceenblätter unseres zweiten und dritten Typus bieten, finden wir auch bei manchen Aroideen, die deshalb als Blattpflanzen ebenfalls beliebt sind. Zeichnungen aber wie die unseres ersten Typus sind mir von keiner anderen Pflanzengruppe bekannt.

Nun habe ich gesagt, daß uns solche Extreme, wie wir sie in *C. Wiotiana* und *Makoyana* finden, verständlicher werden, wenn wir sie von einfacher Streifung ableiten können, wie wir es vorhin getan haben. Wir können sie uns auch auf diesem Weg phylogenetisch entstanden denken, aber wir haben weder eine Berechtigung dies zu tun, noch würden wir darin eine Erklärung für ihre Entstehung finden. Eine solche Annahme wäre ein großer Fehler, den die Darwinianer nicht selten begehen, und in den DARWIN selbst verfallen ist. Ich denke dabei besonders an seine „Erklärung" der wunderbaren Zeichnung schön schattierter Kugeln auf den Federn des Argusfasans. Er widmet diesem Gegenstand im 14. Kapitel seiner „Geschlechtlichen Zuchtwahl" mehrere Seiten und demonstriert mit einer bewundernswerten Geschicklichkeit, „daß eine vollkommene Reihe von einfachen Flecken bis zu den wundervollen Kugel- und Sockelverzierungen sich verfolgen läßt." Vorsichtig fügt er dann hinzu: „Offenbar zeigen uns die von den Federn eines und desselben Vogels dargebotenen Entwicklungsstufen nicht notwendig die Schritte an, durch welche die ausgestorbenen Urerzeuger der Spezies hindurchgegangen sind; sie geben uns aber wahrscheinlich den Schlüssel für das Verständnis der wirklichen Schritte und beweisen mindestens bis zur Demonstration, daß eine Abstufung möglich ist". Den Abstufungen auf den Federn desselben Vogels entspricht in unserm Fall die Reihe der Zeichnungen an Blättern verschiedener Arten desselben Genus: es sind Uebergänge von der einfachen zur komplizierten Zeichnung, nebeneinander gesehen, gleichzeitig vorhanden, weiter nichts. Das Kompliziertere ist in beiden Fällen dasjenige, was mit einer bestimmten Absicht der Nachahmung gezeichnet zu sein scheint, das gefiederte Blatt auf der glatten Fläche und die einseitig beleuchteten Kugeln auf der Federfahne. Wenn so etwas wirklich aus dem Einfacheren entstanden sein soll, so verlangt der Darwinismus den Nachweis, daß damit dem Träger jener Zeichnung ein Vorteil erwächst. DARWIN sieht in der geschlechtlichen Zuchtwahl die Ursache der Entstehung und sagt: „In der Weise, wie die Schwungfedern zweiter Ordnung durch geschlechtliche Zuchtwahl verlängert wurden und die elliptischen Ornamente im Durchmesser zunahmen, wurden ihre Farben dem Anschein nach weniger hell; und es mußte nun die Verzierung der Schmuckfedern durch Verbesserung der Zeichnung und Schattierung erreicht werden. Dieser Vorgang ist nun eingetreten bis zur endlichen Entwicklung der wundervollen Kugel- und Sockelaugenflecken. In dieser Weise — und wie mir scheint in keiner andern — können wir den jetzigen Zustand und den Ursprung der Verzierungen auf den Schwungfedern des Argusfasans verstehen."

Ich kann mir nun nicht vorstellen, daß die Weibchen des Argusfasans darauf, daß auf den Federn der Männchen Kugeln möglichst plastisch dargestellt sind, so großes Gewicht legen, daß sie danach ihre Männchen wählen. Aber man braucht wohl kein Wort mehr darüber zu verlieren, daß die ganze Theorie von der geschlechtlichen Zuchtwahl unhaltbar ist, da die Weibchen der Vögel überhaupt keine Auswahl unter den Männchen treffen. Also ist die Entstehung der Zeichnung auf den Federn des Argusfasans auf dem Weg irgend einer Selektion ebensowenig erklärt wie irgend eine andere analoge Erscheinung bei Vögeln oder andern Tieren. Was uns bei diesen als Schmuck oder Ornamentik in so viel auffälligerer Weise entgegentritt als bei den Pflanzen, müßte doch wohl auf dieselbe Weise erklärt werden wie das, was durch Form und Farbe im Pflanzenreich nur Schmuck zu sein scheint, wovon also gerade eine Zeichnung wie die auf den Blättern von *C. Wiotiana* unf *Makoyana* ein besonders gutes Beispiel liefert. Das habe ich schon in meinem ersten Aufsatz 1906 ausgesprochen.

Trotzdem bleibt es nicht ausgeschlossen, daß das, was uns an einem Organismus ein unnützer, ja lästiger Schmuck zu sein scheint, wie das Geweih des Hirsches oder der prächtige Schweif des Pfauen, doch seinem Träger einen gewissen Vorteil bringt, also das Ergebnis einer Anpassung an die Lebensverhältnisse darstellt. So müssen wir wenigstens überlegen, ob wir in den bewunderten Zeichnungen auf den *Calathea*-Blättern nicht doch auch einen Nutzen für diese Pflanzen zu erkennen vermögen.

In dem Auftreten von hellen Flecken auf den Blättern von Gewächsen der feuchten Tropenwälder sieht STAHL (l. c.) ein Mittel, um das Ausstrahlen von Wärme aus dem Blatt zu erschweren und dadurch die Verdunstung auch bei ausbleibender Bestrahlung der Blattoberseite zu befördern. Wenn nun auch diese Erklärung als richtig angenommen würde, so wäre damit noch nicht die Regelmäßigkeit der Zeichnung erklärt. Denn hier handelt es sich nicht um das Auftreten von Flecken überhaupt, sondern wir fragen, was hat es zu bedeuten, daß auf gewissen Blättern ein grünes Fiederblatt auf der helleren Blattfläche (oder umgekehrt) aufgemalt erscheint? Wollten wir die erwähnte physiologische Erklärung gelten lassen, so müßten wir aber mindestens noch eine Hilfshypothese aufstellen. Diese müßte dann davon abgeleitet werden, daß in der Natur keine völlige Willkür in der Formengebung herrscht, sondern in der äußeren Form und inneren Struktur gewisse Regelmäßigkeiten befolgt werden. So können wir bei aller Mannigfaltigkeit der Blätter deren Form doch auf gewisse, wenige Typen zurückführen. Wir finden z. B. nirgends ein zusammengesetztes Blatt, dessen Spindel sich ganz unregelmäßig zerteilte und ganz verschiedengestaltete Abschnitte trüge. Aehnlich liegt es bei den anatomischen Verhältnissen. Für die Tiere haben uns EIMER und WEISMANN gezeigt, daß die Fleckung und Streifung sich nach bestimmten Gesetzen entwickelt. So könnte also vielleicht auch, wenn sich aus physiologischen Gründen (Transpiration nach STAHL) helle Stellen im Blatt entwickeln und sich über dessen Fläche ausbreiten, eine Zeichnung entstehen, die der bei der Blattbildung befolgten Form entspricht, sich einem bestimmten Typus einfügt: durch die den Marantaceen eigentümliche, fiederige Blattnervatur würde dann eine entsprechende, ein Fiederblatt darstellende Zeichnung begünstigt. Andererseits ist freilich die Fiederung nach dem Typus des Eschenblattes dem Charakter der Monokotylen überhaupt und dem der Marantaceen im Besondern durchaus fremd, so daß also nicht einzusehen wäre, warum hier die Fleckenbildung zur Ausprägung von Fiederblättern führen sollte, wenn es in andern Fällen, wo es doch eher zu erwarten wäre, nämlich bei den Aroideen, nicht geschieht.

Jedermann muß nun bei der Betrachtung des Blattes von *Calathea Wiotiana* den Eindruck erhalten, daß hier das Gebilde eines Fiederblattes nachgeahmt wird: somit würden wir daran denken können, die Erscheinung unter den Begriff der Mimicry zu bringen. Aber wie sollen wir uns vorstellen, daß Mimicry hier wirksam sei? Wenn wir von den noch etwas fraglichen Warnfarben absehen, die STAHL für gewisse gefleckte Aroideenstiele annimmt, so wird durch Mimicry bei Pflanzen bewirkt, daß sie sich möglichst wenig von der Umgebung abheben, um nicht von Tieren gefressen zu werden. Das hat MARLOTH so schön an einigen *Mesembryanthemum*-Arten des Kaplands demonstriert, deren Blätter in Form und Farbe den Steinen gleichen, zwischen denen sie wachsen, das zeigen nicht minder schön die Walnüsse, deren grüne Hülle am Baum sich nicht von den Blättern abhebt, während die braunen Hartschalen sich nicht von der Erde abheben, wenn die Früchte herabgefallen und aufgesprungen sind. Macht sich aber ein so gezeichnetes Blatt, wie es die in Rede stehenden

Marantaceen besitzen, nicht erst recht auffällig durch seine Zeichnung? Und wen soll es täuschen, wenn es sich als ein gefiedertes Blatt ausgiebt? Beobachtungen an dem natürlichen Standort wären erforderlich, wenn man einigermaßen ein Urteil über diese Fragen gewinnen wollte.

Ich möchte nicht behaupten, daß alle Möglichkeiten einer physiologischen Erklärung erschöpft wären, nachdem wir bisher keinen Versuch dazu als befriedigend anerkennen konnten. Aber die Zeichnungen auf den *Calathea*-Blättern sind ja nur ein Beispiel von den Erscheinungen, die etwas darstellen, von dem sich keine Beziehungen zur Physiologie des Organismus finden lassen, dem sie angehören. Die Kugeln auf den Federn des Argusfasans zeigen es in noch viel auffallenderer Weise! Wir stehen da vor einem Rätsel, für das nur eine scheinbare Lösung gefunden wird, wenn man die Erscheinung durch das Prinzip der Schönheit entstanden sein läßt.

Das Prinzip der Schönheit läßt sich nicht näher erklären, ebenso wenig aber auch das Gesetz der Symmetrie, das doch unzweifelhaft die Gestaltung der Organismen beherrscht. Es soll also mit dieser Bezeichnung nur angedeutet werden, daß bei eben dieser Gestaltung der Organismen in der Natur gewisse Verhältnisse maßgebend sind, deren Wirkung sich als das darstellt, was wir in unserm menschlichen Empfinden¹) als schön bezeichnen, ganz unabhängig von jeder Anpassung und aller sogenannten Zweckmässigkeit. Worin es im Grunde besteht, ist uns zunächst noch verborgen, aber mit dem Prinzip der Schönheit kann doch der Punkt angegeben werden, an dem die Forschung einsetzen sollte, um eine große Anzahl nutzloser Eigenschaften aus einem gemeinsamen Gesichtspunkt zu erklären.

Was ich früher (1906) darüber gesagt habe, will ich nicht wiederholen, sondern nur noch mit einer gewissen Genugtuung konstatieren, was mir damals nicht bekannt war, daß kein Geringerer als EDUARD VON HARTMANN dieses Prinzip ebenfalls als einen Faktor bei der Gestaltung der Organismen anerkennt.²) Seiner Ansicht nach sind die ornamentalen Gebilde, die wir bei Tieren und Pflanzen beobachten, „eine besondere Erscheinungsweise der in dem gesetzmäßig wirkenden, organischen Gestaltungstrieb waltenden Tendenz zur Schönheit". Im Pflanzenreich und bei den niedrigsten Tieren könne sicherlich von einem andern Grund der Schönheit als diesem nicht

---

1) Und zwar nicht bloß für unser Auge, sondern auch für unser Ohr, wie z. B. der Gesang der Vögel.

2) Wahrheit und Irrtum im Darwinismus. Berlin, 1875. S. 100 u. ff.

die Rede sein. Er nennt ihn „den unbewußten Schönheitstrieb, der das gesamte innere Entwicklungsgesetz durchwebt", nachdem er schon vorher gesagt hat, daß „in vielen Fällen, z. B. wo es sich um das feinere Detail von Linien- oder Farbenmustern handelt, der Kampf ums Dasein nicht einmal einen Angriffspunkt finden würde". Den Anhängern der Selektionstheorie möchte es also schwerlich gelingen, das Problem in ihrem Sinne zu lösen, während denen, die nach dem Prinzip der Orthogenese eine Weiterbildung gewisser Organisationen und Strukturen auf einem einmal eingeschlagenen Weg annehmen, auch die Zeichnung der Marantaceenblätter sich so ihrer Entstehung nach ergibt, wobei eben jenes rätselhafte Prinzip der Schönheit der Entwicklung den Weg weist.

Ich muß darauf gefaßt sein, daß das zuletzt Gesagte bei vielen Fachgenossen wenig Beifall finden oder doch keine rechte Befriedigung hervorrufen wird. Trotzdem wollte ich endlich einmal die so auffällige, mich schon lange beschäftigende Erscheinung besprechen und auf das Problem, das sie der Erklärung darbietet, hinweisen. Dies ist mir aber wichtiger als die histologische Erklärung und die Ableitung des Komplizierteren vom Einfacheren, obgleich naturgemäß die letzteren Ausführungen den größeren Teil der beiden Aufsätze in Anspruch nehmen.

Erklärung der Tafel XI.

Fig. 1: *Calathea Lindeni*, 2: *C. Veitchiana*, 3: *C. Massangeana*, 4: *C. Lietzei*. (Fig. 1—3 nach Photographien, die Zeichnung ist infolge von Spiegelung mangelhaft wiedergegeben, Fig. 4 nach einer Zeichnung.)

41. E. Pritzel: Basedowia, eine neue Gattung der Compositen aus Zentral-Australien.

(Mit Tafel XII.)

(Eingegangen am 19. Juni 1918.)

Im Jahre 1903 unternahm der Staatsgeologe von Süd-Australien HERBERT BASEDOW im Auftrage seiner Regierung mehrere Forschungsreisen in jene wenig bekannten Gebiete westlich vom Ueberlandtelegraphen und südlich vom 28° s. Br. Er brachte von diesen Reisen mehrere Pflanzensammlungen mit, welche dem Kgl. Botan. Museum zu Berlin-Dahlem zur Bearbeitung überwiesen wurden. Unter diesen Pflanzen fand sich eine Composite mit so eigentümlichen Blütenverhältnissen, daß sie als eine neue Gattung angesehen werden muß. Ich lasse hier zunächst die genaue Gattungs- und Speciesdiagnose folgen:

Basedowia E. Pritzel (n. gen.)

Capitula parva involucrata, involucrum ex bracteis tribus superioribus et una inferiore in pedicello affixa compositum, bracteae omnes scariosae, apice petaloideae, inferne hyalinae. Flores 7—9, 3 peripherici feminei, 4—6 centrales masculi. Flores feminei palea inclusi, corollae omnino destituti, pappus nullus vel rudimentarius. Flores masculi paleis 9 scariosis circumdati, tubulosi, antherae basi caudatae, ovarium reductum, stylus apice integer, pappus nullus vel rudimentarius. — Herba basi perennis, folia alterna integra, inflorescentia dense corymbosa.

Obs. Genus novum in honorem collectoris HERBERT BASEDOW, rei publicae Austro-Australiensis geologici, nominatum affinitate solum modo cum *Cassinia* conjunctum est; ab ea differt floribus exterioribus femineis corollae ac pappi omnino destitutis, involucri squamis minoribus, paleis exterioribus carinatis interioribus flores centrales annulatim cingentibus. Ab *Helichryso*, cuius nonnullis speciebus similis, paleis longe distat.

Basedowia helichrysoides E. Pritzel n. sp.

Herba verosimiliter perennis ramosa, ramificatione monopodiale-cymosa. Rami sparse pilosi, pilis longiusculis simplicibus cum brevioribus glandulosis intermixtis. Ramuli laterales apicem

versus densiuscule foliosi. Folia oblonga obtusa vel breviter acuminata vel mucronata, basin versus attenuata, in basi ipsa dilatata cordato-amplexicaulia summa autem latiora quam longa in bracteas transeuntia, saepe acumine albo-hyalino scarioso praedita, omnia tenera ephemera, marginibus ac nervo mediano ciliata, praeterea parse pilosa vel glabrescentia, integra.

Inflorescentia dense corymbosa; corymbi axem centralem terminantes, pedunculati, ei ramulos laterales terminantes inter folia superiora subcapitato subsessiles; pedunculi pedicellique eodem pube quam ramuli sed brevius vestiti.

Bracteae omnes scariosae apice pure albae, basin versus nitentes hyalinae glabrae.

Capitula parva breviter pedicellata; quodque bractea exteriore una lata saccata obtusa in medio pedicelli affixa — ac interioribus 3 valde concavis late ovatis inclusum flores 7—9 continens, 3 exteriores femineos, 4—6 interiores masculos.

Flores 3 peripherici involucri bracteis superpositi, quisque palea breviter naviculiformi lateraliter compressa extus carinata involutus; palea carina pilosa, abrupte in laminam brevem acuminatam producta, intus ad basin longe pilosa.

Achaenium (immaturum) e latere valde compressum semilunatum, stylus achaenio paulo longior, rami duo stigmata gerentes stylo subaequilongi apice truncati, corolla et antherae omnino absentes. Pappus nullus vel ad pilos paucos brevissimos microscopice solum visibiles reductus. Achaenium maturum ignotum.

Flores 4—6 centrales extrorsum cyclis duobus palearum cincti, cyclo exteriore 6, cyclo interiore 3 paleis floribus exterioribus oppositas gerente; paleae omnes liberae, apice late lanceolatae, parte basali angustiore uninerves, scariosae, nudae. Receptaculum minimum glabrum. Flores masculi tubulosi. Ovarium sterile stipitiforme, pappus nullus, corollae tubus inferne angustus supra anguste campanulato-dilatatus, lobis 5, in statu maturo reflexis; tubus staminalis in statu maturo ex corolla exserta, connectiva in laminulas lanceolatas producta, antherae basi breviter sed distincte caudatae. Pollinis granula spinescenti-verrucosae. Stylus reductus, in tubo inclusus vel raro exsertus, apice conico incrassatus, breviter dense hispidopilosus.

Herba 20—30 cm alta (vel altior?). Folia 1—3 cm longa, 0,5—1 cm lata. Ramuli laterales 4—10 cm longi, corymbi 2 (laterales) — 4 cm longi ac lati. Bractea exterior usque ad 5 mm longa,

4 mm lata, interiores ca. 3 mm longae, 1,5 mm latae. Flos femineus ca. 2 mm longus, flos masculus ca. 3 mm longus.

Hab. in coloniae Australiae australis partibus centralibus (districtu C sec. cl. TATE in: Handbook of the Flora of Extratropical South Australia 1890) a H. BASEDOW sub No. 178 in itinere 1903 collecta.

Die Fülle der Gattungen der australischen Gnaphalieae wird dadurch um eine neue Erscheinung bereichert. Daß die Gattung hier ihre Zugehörigkeit findet, wird durch die Ausbildung der Griffeläste, die geschwänzten Antheren und die trockenhäutige Beschaffenheit des gefärbten Involucrums gesichert. Und unter diesen stellt sie einen Sproß von dem vielgestaltigen Sproß der Helichryseae dar. Rein äußerlich betrachtet, erinnert sie in den dichten, weißen, kleinblütigen Inflorescenzen an manche *Helichrysum*-Arten, besonders *H. Thomsoni* F. v. M.

Die Uebereinstimmung erstreckt sich auch auf die Form der Kelchschuppen, der Griffeläste, der Antheren. Verwandtschaftlich noch näher steht sie wohl der Gattung *Cassinia*, mit der sie die unter den Helichryseen so wenig verbreitete starke Ausbildung der Spreuschuppen teilt. Auch ist die Kleinheit und Wenigblütigkeit der Köpfchen beiden Gattungen gemeinsam, währen die Abweichungen in der vegetativen Sphäre erheblich sind. Denn im Gegensatz zu *Cassinia*, Sträuchern mit andauernden Nadelblättern, ist *Basedowia* eine Angehörige jener großen Schar von Formen, welche als Annuelle oder in den unteren Teilen ausdauernde Gewächse den im Inneren Australiens so verbreiteten Lehmboden bevölkern, nach gelegentlichem Regen hervorsprießen und in wenigen Wochen ihren Lebenslauf vollenden. Dafür sprechen vor allem die zarten vergänglichen Blätter, welche jedes Schutzes gegen die Dürre entbehren.

Aber auch von *Cassinia* ist die Gattung noch durch eine weite Kluft getrennt. Denn die Differenzierung innerhalb des Köpfchens steht unter den Helichryseae einzig da. Zunächst ist die völlige Geschlechtertrennung innerhalb des Köpfchens höchstens bei *Raoulia* und Eugnaphalieae anzutreffen, wenn auch selten ganz so vollständig wie bei *Basedowia*. Dazu kommt noch die einzigartige Differenzierung unter den Spreuschuppen: in die gekielten Umhüllungen der weiblichen Blüten und den Kranz der anderen, welche gewissermaßen eine besondere Hülle innerhalb des Köpfchens um die männlichen Blüten bilden. Auch kommt eine ähnliche völlige Unterdrückung der Krone bei den weiblichen Randblüten, bei den eigentlichen Gnaphalieae kaum vor. Die Reduktion in der Zahl der Involucralblätter treffen wir dagegen häufiger bei den Angiantheae an, bei denen aber wiederum die Geschlechtertrennung nur in Andeutungen zu beobachten ist. Denn man kann im allgemeinen die Gesetzmäßigkeit beobachten: je geringer die Zahl der Blüten im Köpfchen, um so geringer die Neigung zur Trennung in männliche und weibliche Blüten. Bei den großköpfigen Arten von *Helichrysum* dagegen sind oft mehrere Kreise von rein weiblichen äußeren Blüten zu beobachten. Eine Ausnahme macht das schon oben erwähnte *Helichrysum Thomsoni*, welches trotz der verhältnismäßig geringen Zahl von 20—30 Blüten schon deutliche Geschlechtertrennung zeigt.

Die Unterdrückung des Pappus, wodurch sich unsere Gattung gerade von ihren nächsten Verwandten *Cassinia* und *Helichrysum* unterscheidet, hat sich, wie schon BENTHAM angibt, als ein unsicheres Merkmal erwiesen und ist daher bei der Charakterisierung von Gattungen erst in zweiter Linie zu berücksichtigen.

Sämtliche im vorigen erwähnte Eigentümlichkeiten von *Basedowia* kommen nun allerdings in anderen Verwandtschaftskreisen der Compositen vor. So finden sich in der Ausgestaltung der Spreublätter Beispiele von kielförmigen Umhüllungen der Achänen bei *Sclerocarpus*, *Siegesbeckia*, *Montanoa*, *Madia* u. a. Bei der letzten Gattung ist auch ein innerer Ring von Spreuschuppen um die inneren Blüten ausgebildet. Völlige Unterdrückung der Krone ist bei *Cotula* und auch sonst noch zu finden. Das sind aber keine Zeichen direkter Verwandtschaft, sondern es sind Konvergenzen, wie wir sie bei anderen Merkmalen innerhalb der Compositenstämme wieder antreffen.

Zuerst erschien mir auch noch eine andere Deutung der Blütenverhältnisse von *Basedowia* möglich. Man könnte nämlich den Kopf für einen aus 4 Einzelköpfchen zusammengesetzten ansehen, 3 äußeren, einblütigen, weiblichen und einem inneren 4—6 blütigen, männlichen. Dann wären die inneren Spreublätter als echte Hüllen aufzufassen. Die deutlich verschiedene Ausbildung der letzteren von den äußeren Involucralblättern verbietet dies jedoch, vor allem auch ihre Uebereinstimmung mit den zweifellosen Spreublättern von *Cassinia* zwingt sie gleichfalls als solche zu deuten. Ueberdies hätten wir es dann mit einer Angianthee zu tun — denn diesen müßte sie zugereiht werden —, und gerade eine solche Geschlechtertrennung wäre bei dieser Gruppe etwas Unerhörtes. Diese Deutung muß also abgelehnt werden.

Zum Schlusse möchte ich also noch einmal als Ergebnis zusammenfassen:

Die Gattung *Basedowia* stellt unter den Helichryeseen einen entfernt an *Cassinia* und *Helichrysum*, insbesondere das abweichende zu *Cassinia* hinüberleitende *H. Thomsoni* F. v. M. anzuschließenden sehr isolierten Typus dar. Ihr Hauptmerkmal besteht in der Differenzierung des Köpfchens in drei äußere weibliche, kronenlose, von eigentümlich gestalteten Spreuschuppen umgebene und 4—6 innere von einem gemeinsamen Kranz von Spreuschuppen eingeschlossene, zwar zwittrige, aber der Funktion nach männliche Blüten. Dazu kommt noch die bis auf geringe Spuren fortgeschrittene Reduktion des Pappus, ebenso die Reduktion des Involucrums auf eine äußere und drei innere Kelchschuppen.

Erklärung der Tafel XII.

1. Zweig in natürlicher Größe.
2. Unteres Blatt.
3. Oberes Blatt.
4. Drüsenhaar der Blätter und Stengel.
5. Einfaches Haar dgl.
6. 7. 8. 9. Uebergangsformen zwischen den obersten Laubblättern und Bracteen: unterer Teil des Blattes laubartig, obere Enden weiß und trockenhäutig, 6 und 8 von der Fläche gesehen, 7 und 9 dieselben. von der Seite gesehen, die laubartige Partie stark nach unten gewölbt.
10. Blütenstand am Ende eines Zweiges, die obersten Blätter sind fast ganz trockenhäutig.
11. Ein einzelnes Köpfchen ohne sein Involucrum, 3 weibliche Blüten (an den Narben kenntlich), in der Mitte zwei der männlichen Blüten z. T. sichtbar.
12. Weibliche Blüte, von ihren Spreublättern umgeben: s_1 das äußere Spreublatt mit dem behaarten Kiel, s_2 und s_3 Spreublätter von den beiden inneren Kreisen, r Receptaculum mit einer männlichen Blüte.
13. Weibliche Blüte, aus dem sie umgebenden kielförmigen Spreublatt herausragend.
14. Wie 13, aber von innen gesehen, die weibliche Blüte am Grunde mit geschlängelten Haaren.
15. Wie 13 und 14, aber von außen gesehen.
16. Ein geschlängeltes Haar, 100 fach vergrößert.
17. Spreublatt (s_3 von Fig. 12) des innersten Kreises von der Mitte des Köpfchens aus gesehen, mit nach innen gerichtetem schwachen Kiel.
18. Desgl. von der Seite gesehen.
19. Bractee des Involucrums (b_2 des Diagrammes).
20. Desgl., von der Seite.
21. Männliche Blüte, noch geschlossen.
22. Desgl., geöffnet, mit rudimentärem Pappushaar daneben.
23. Zwei Antheren, geschwänzt, oben mit blattartig verbreiterten Connectiven.
24. Griffelende der männlichen Blüte mit den Fegehaaren.
25. Pollenkorn.
26. Weibliche Blüte, mit Schlängelhaaren an der Basis, rechts daneben rudimentäres Pappushaar.

27. Ende eines Griffelastes mit den Narbenpapillen.
28. Diagramm eines Köpfchens: b_1 äußere Involucralbractee, b_2 die drei inneren Involucralbracteen, s_1 die stark gekielten, die weibliche Blüte (♀) von außen umgebenden Spreublätter, s_2 die sechs des mittleren Kreises s_3, die drei des innersten Kreises, in der Mitte sechs männliche Blüten (schraffiert ♂).

42. L. Diels: Das Verhältnis von Rhythmik und Verbreitung bei den Perennen des europäischen Sommerwaldes.

(Mit 5 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 23. Juni 1918.)

Wenn die Vegetationskunde fragt, wovon die Vereinigung gewisser Arten zu bestimmten Verbänden abhängt oder wodurch die Aenderung einer Formation innerhalb ihres Verbreitungsgebietes bedingt ist, so sind zur Beantwortung nicht nur die zunächst ersichtlichen Eigenschaften der Arten wichtig, sondern auch ihre örtlich nicht wahrnehmbaren Fähigkeiten. Solche potentiellen Anlagen sind in pflanzengeographischer Hinsicht bisher nicht genügend gewürdigt. Namentlich hat man die Variationsbreite des rhythmischen Verhaltens zu wenig oder zu ungleichmäßig beachtet, die doch aus naheliegenden Gründen für die geographische Rolle einer Pflanze von großer Bedeutung sein muß.

In unseren Breiten scheint die Rhythmik der Arten im großen und ganzen der Periodizität des Klimas parallel zu laufen. Bei näherem Zusehen aber tritt eine nicht geringe Mannigfaltigkeit zutage, und es zeigen sich viele Abweichungen von jener Parallele, Abweichungen, ohne die der Bestand unserer komplizierter gebauten Formationen überhaupt nicht denkbar wäre. Es entsteht die Frage, ob diese Mannigfaltigkeit bestimmten Regeln unterworfen ist, insbesondere ob sie auf gefestigten Unterschieden der Arten beruht, oder ob sie durch den Versuch leicht abgeändert werden kann.

Zur Aufklärung dieser Beziehungen habe ich mein Augenmerk auf die Rhythmik innerhalb einer bestimmten Formation gerichtet und eine Reihe tonangebender Arten des perennierenden Bodenwuchses des mitteldeutschen Sommerwaldes auf ihr rhythmisches Verhalten untersucht, und zwar in natürlicher und in abgeänderter Lebenslage.

Bekanntlich bieten in freier Natur die einzelnen Spezies, die den Bodenwuchs unseres Laubwaldes bilden, in ihrer Rhythmik erhebliche Verschiedenheiten untereinander. Beginn und Dauer des Treibens, die Zeit des Blattfalls, somit also die Dauer der Assimilationstätigkeit, sind ungleich, so daß ausgeprägte „jahreszeitliche Aspekte“ der Assoziationen sich einander ablösen. Fig. 1 stellt für mehrere krautige Perennen die Unterschiede, soweit sie die Assimilationsperiode betreffen, übersichtlich zusammen, und zwar em-

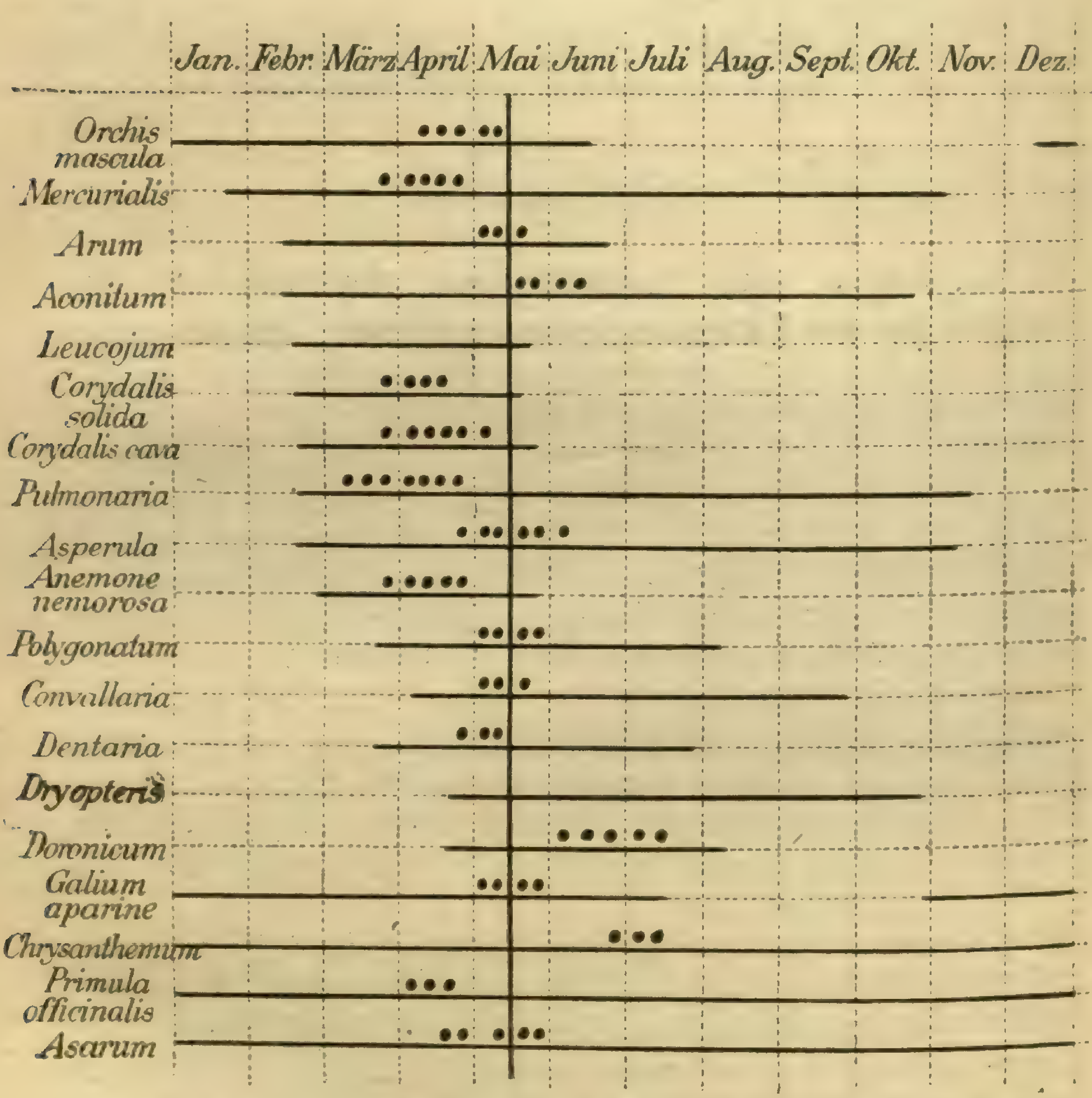


Abb. 1. Schematische Darstellung der Dauer der Assimilationsperiode bei verschiedenen krautigen Perennen des Sommerwaldes Mittel-Deutschlands. Hangelstein bei Gießen, 260—280 m ü. M., 1912. — Die Vertikallinie im Mai bezeichnet den Zeitpunkt der vollendeten Belaubung der herrschenden Bäume. — Die ••• geben die Zeit des Blühens an.

pirisch nach der Aufnahme eines hessischen Mischwaldes (*Quercus, Fagus, Tilia, Fraxinus, Acer, Carpinus, Sorbus torminalis*), am Hangelstein bei Gießen, in 1912.

Wieweit diese Tabelle allgemein giltige Durchschnittswerte gibt, läßt sich heute noch nicht beurteilen. Denn um die zweifellos nicht unbeträchtliche Variationsbreite der Erscheinungen in natürlicher Lebenslage zu kennen, wären ähnliche Uebersichten von verschiedenen Jahren, aus verschiedenen Gegenden und von verschiedenen Standörtlichkeiten erforderlich. Solche haben wir nicht; entsprechende Aufzeichnungen gibt es für die natürlichen Pflanzenbestände überhaupt in geringer Zahl, da die Phänologie sich vorwiegend mit angepflanzten Arten beschäftigt. Einstweilen müssen also jene einjährigen Beobachtungen aushelfen. Doch kann der Bestand am Hangelstein als typisch für den gemischten Sommerwald Mitteldeutschlands gelten, und 1912 hatte einen annähernd normalen Witterungsverlauf während der Vegetationsperiode; für unsere Zwecke dürften die mitgeteilten Daten also genügen. Sie sollen ja nur das Verhalten einiger Arten im natürlichen Vorkommen festlegen und dadurch einen Anhalt geben, die Abweichungen bei veränderter Lebenslage genauer zu bestimmen und zu beurteilen.

Die erfolgreich fortschreitenden Bestrebungen, solche Abweichungen experimentell hervorzurufen, also die „normalen“ Ruhezeiten zu beeinflussen und zu verändern, haben für die Pflanzengeographie naturgemäß großes Interesse. Und zwar sind für sie am unmittelbarsten verwertbar diejenigen Erfolge, die mit den in der Natur selbst eingreifenden Faktoren bezw. Faktorengrößen gewonnen werden. Wenn daher auf die Ausbildung des Sommerwaldes die thermischen Außenbedingungen den stärksten Einfluß üben, so wird die Veränderung der Wärmezufuhr das nächstliegende Verfahren sein, um Ergebnisse zu erzielen, die das Verständnis der Formation fördern können. Diese Erwägungen führen in unserem Falle zu der Aufgabe, mit dem normalen Ablauf das Verhalten der Arten zu vergleichen, wenn sie unserer Winterkälte entzogen werden.

Solche Versuche habe ich in den letzten fünf Jahren angestellt. Das Material dazu stammte von dem erwähnten Hangelstein bei Gießen. Die Versuchspflanzen wurden samt der Erde ihres Standortes in geräumige Töpfe gebracht und im Herbst in frostfreie Glashäuser versetzt. Die Weiterkultur erfolgte von Oktober 1912 bis Frühjahr 1914 im Botanischen Garten zu Marburg, später in Berlin-Dahlem. In Marburg wurden zwei Häuser (A und B) benutzt, die im Mittel folgende Temperaturen boten:

	Mitte Oktober bis Dezember			Januar bis Mitte März		
	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.
Haus A. . . .	10	14	5,5	12	22	5
Haus B . . .	14,5	16,5	9	14,3	22	8

Unter + 2° in A, + 4° in B fiel die Temperatur niemals. Aehnliche Wärmeverhältnisse bestanden in dem Dahlemer Kulturhaus (C).

Die einzelnen Arten wurden teils in allen drei Häusern kultiviert, teils aus Raummangel und aus anderen Gründen nur in zwei oder einem. Benutzt wurden folgende Spezies:

Aconitum Lycoctonum C
Arum maculatum B, C
Asarum europaeum A, B, C
Asperula odorata B, C
Corydalis cava A, B, C
„ *solida* A, B, C
Convallaria majalis C
Dentaria bulbifera A, B, C
Leucoium vernum A, B, C.
Mercurialis perennis A, B, C
Polygonatum multiflorum C

Im April wurden die Pflanzen in ihren Töpfen ins Freiland überführt und verblieben dort bis zum Oktober. Die Mehrzahl der Versuchspflanzen entwickelte sich bei der geschilderten Behandlung gut. Nur *Asarum* zeigte Störungen des Wachstums; woran das lag, wurde nicht untersucht.

Die Zuwachsgröße der einzelnen Exemplare erreichte in den drei Häusern natürlich verschiedene Beträge; die Rhythmik dagegen, auf die es hier ankommt, bot in allen dreien denselben Verlauf. Es ist daher für unsere Zwecke nicht störend, daß das Ergebnis bei *Arum* und *Asperula* aus den Häusern B und C, bei *Aconitum*, *Convallaria* und *Polygonatum* nur aus C stammt.

Wie sich besonders nach den von KLEBS gewonnenen Erfahrungen[1]) erwarten ließ, antworteten die einzelnen Arten sehr verschieden auf die veränderte Lebenslage. Es traten drei Typen des Verhaltens hervor, die als *Asperula*-Typus, *Leucoium*-Typus und *Polygonatum*-Typus bezeichnet werden sollen. Die Zahl der tatsächlich in unseren Wäldern vorhandenen Typen ist damit nicht erschöpft, doch kenne ich genauer bisher nur die drei genannten, die ich im folgenden Abschnitt darstellen will.

---

[1]) Willkürliche Entwickelungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903. — Ueber die Rhythmik in der Entwickelung der Pflanzen. Sitzungsber. Heidelberg. Akad. Wiss. Math.-naturw. Kl. 1911, 23. Abhandl.

I. Drei Typen des rhythmischen Verhaltens.

1. Asperula-Typus.

Asperula odorata und *Mercurialis perennis* begannen 1912 sofort nach der Versetzung in die Marburger Häuser, also schon im Oktober, ein stetiges Streckungswachstum, und wuchsen fort bis zum März 1913. Sie wurden dann ins Freie gebracht, blieben dort den Sommer über in einem Erdkasten, wo sie ständig weiter wuchsen, und wurden im folgenden Winter abermals in die Häuser gestellt. Dort setzte sich ihr Wachstum fort bis zum nächsten Frühjahr; da wurden sie nach Berlin-Dahlem überführt und hier im Sommer 1914 wiederum im Freiland gehalten. Sie befanden sich im Herbst 1914, als der Versuch abgebrochen wurde, also 24 Monate nach seinem Beginn, in fortgesetztem vegetativen Wachstum.

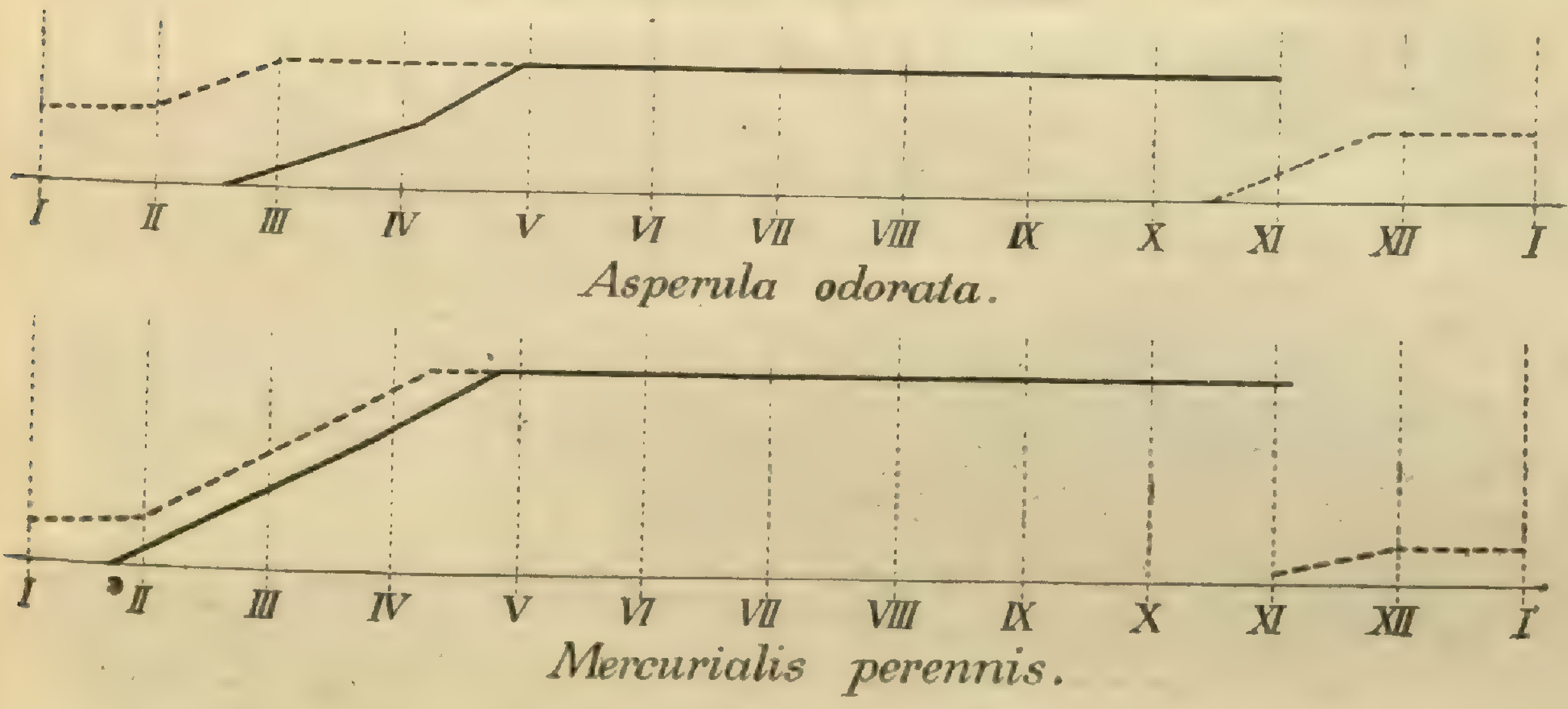


Abb. 2. Rhythmik des Asperula-Typus. — Die Zahlen bedeuten die Monatsanfänge, die volle Linie zeigt das Verhalten in natürlicher Lage in Mitteldeutschland, die punktierte den Verlauf bei Ausschaltung der Winterkälte (vgl. S. 341). Die Länge der Ordinate bezeichnet die Wachstumsgröße etwa im Maßstab 1 : 100.

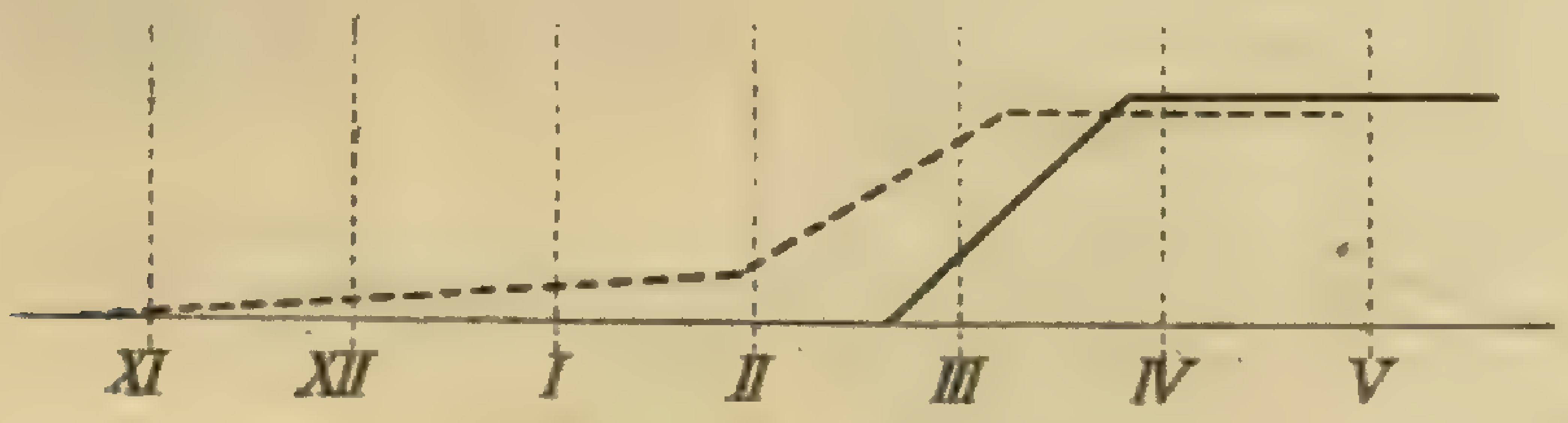
Verschieden verhielten sich die beiden Arten im Blühen: *Mercurialis* blühte fortdauernd von Ende Oktober bis in den März; schon drei Wochen nach der Einstellung in das Winterhaus hatten sich einzelne ♂ Blüten geöffnet, dies nahm dann zu, Ende Dezember war das Blühen der ♂ allgemein; Mitte Dezember wurde auch ein ♀ Blütenstand getroffen. *Asperula* dagegen brachte weder im Hause, noch später im Erdkasten Blüten hervor.

Auch bei vergleichbaren Versuchen von KLEBS, der *Asperula* Ende Dezember ins Warmhaus brachte, wuchs sie sofort weiter (KLEBS 1911, 63). Es entspricht ihr der oft genannte Fall von *Glechoma hederacea* (KLEBS 1903, 38) und das Verhalten von *Parietaria officinalis* (KLEBS 1903, 129).

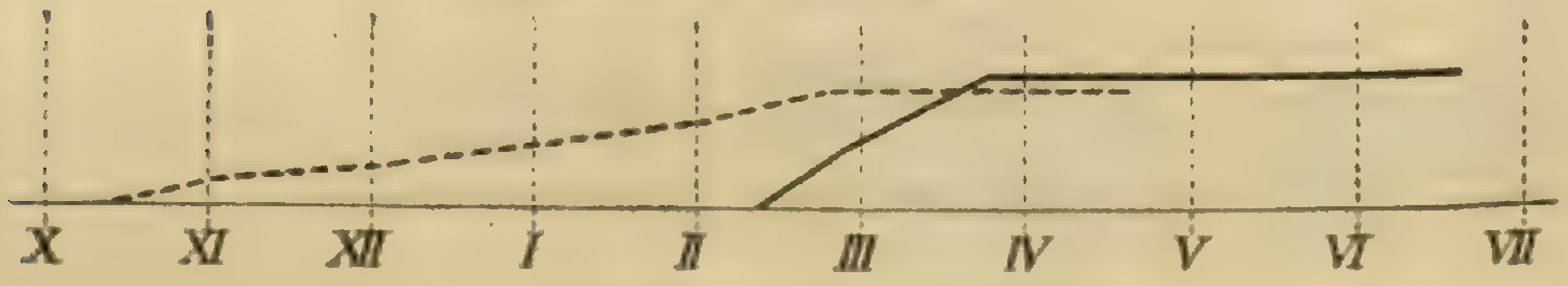
Bei normaler Lage zeigen die Arten dieses Typus in niedereren Gegenden Mitteleuropas eine (Assimilations- bezw. Wachstums-) Ruhe von durchschnittlich 2½—3½ Monaten. Diese Ruhe aber bedeutet nicht die Aeußerung einer wahren Periodizität, es ist vielmehr eine erzwungene Untätigkeit.

2. Leucoium-Typus.

Auch beim *Leucoium*-Typus beginnt die Streckung im Herbste gleich nachdem die Pflanzen in das Winterhaus versetzt sind. Aber das Wachstum hört im folgenden Frühjahr auf.



Leucojum vernum.



Arum maculatum.

Abb. 3. Rhythmik des Leucoium-Typus. — Erklärung vgl. bei Abb. 2 (S. 341).

Bei *Leucoium vernum* begann 1912 das Streckungswachstum der Blätter Ende Oktober und setzte sich regelmäßig, wenn auch langsam fort bis Ende Januar 1913, im Februar wurde es stärker und kam vor Mitte März zum Stillstand. Im Mai erfolgte das Vergilben der Blätter, die Pflanze trat in ihre Ruheperiode und verblieb darin bis zum nächsten Spätherbst. Aehnlich verlief die Entwicklung bei *Arum maculatum*. Ueber die Blühzeit beider Arten wurde nichts ermittelt, da die Versuchsexemplare offenbar noch nicht blühreif waren.

Dem gleichen Typus gehören bekanntlich andere Monokotylen an, z. B. *Orchis*-Arten. KLEBS (1911, S. 64) sah *Orchis mascula* im Hause bereits Anfang November wachsen. In „Orchis“ XII, S. 19 (Gartenflora LXVII, 1918, Heft 9/10) wird berichtet, daß *Orchis* *latifolia*, im Herbst ins Zimmer gestellt, alsbald die Streckung beginne und schon Anfang März die Blüten öffne.

Nahe Beziehungen zu diesem Typus zeigt auch *Ficaria ranunculoides*. Sie treibt im Hause ebenfalls bereits im November oder Dezember, hat Ende Januar oder Februar ausgewachsene Blätter, die dann im März vergilben. Abweichend aber vollzieht sich nach KLEBS (1903, S. 137) unter bestimmten Versuchsbedingungen die Entwickelung im Sommer darauf: „Die Kulturen wurden feucht und hell gehalten, und im Mai traten bereits zahlreiche neue Sprosse hervor, die Ende Juli zur Blüte kamen. Dann starb ein Teil der Sprosse ab, ein anderer wuchs weiter", und „es begannen im Herbst bereits neue Keimungen".

In der Natur ruhen viele Arten des *Leucoium*-Typus in Mitteleuropa 8—9 Monate. In der Kultur wird durch erhöhte Wintertemperatur diese Ruhe 3—3½ Monate vor dem naturgemäßen Zeitpunkt beseitigt und im folgenden Frühjahr (ob immer?) um etwa 1 Monat früher wieder herbeigeführt; im ganzen also ihre Dauer um 2—2½ Monate verkürzt.

Daß bei diesem Typus die Ruhe im Herbst leicht aufhebbar ist, zeigt sich übrigens auch in der Natur, z. B. am Verhalten von *Orchis mascula*, die man bereits um Neujahr im Freien mit grünen Blättern trifft, und an *Ficaria*, an der bei uns schon im Dezember, nach IRMISCH[1]) sogar schon im Herbst Laubblätter beobachtet werden können. Nach den oben mitgeteilten Erfahrungen von KLEBS würde ja bei *Ficaria* die Ruhe überhaupt leicht auszuschalten sein; doch habe ich ihr Verhalten, das eingehender geprüft zu werden verdient, nicht weiter verfolgt.

3. Polygonatum-Typus.

Unsere *Corydalis*-Arten zeigen in natürlichen Verhältnissen nahe Uebereinstimmung mit *Leucoium*: eine ausgeprägte Ruheperiode von ungefähr gleicher Zeitlage. Das Verhalten unter veränderten Bedingungen offenbarte jedoch, daß sie in Wahrheit verschieden geartet sind. Während *Leucoium* im Winterhaus schon im Oktober, spätestens November austrieb, trat bei *Corydalis* der Sproß erst um Ende Januar oder Anfang Februar über die Erde, entfaltete die Blätter sehr schnell und gelangte Ende April wieder zur Ruhe. Blühreife Exemplare öffneten schon Ende Januar und im Februar die Blüten. Ein greifbarer Unterschied zwischen A und B, dem kühleren und dem wärmeren Hause, auf den Entwickelungsverlauf ließ sich nicht feststellen.

---

[1]) Abhandl. Naturf. Ges. Halle II, 1854, 33.

Im Wesen ähnlich verhalten sich bei der Kultur Pflanzen wie *Anemone nemorosa, Convallaria, Dentaria bulbifera, Aconitum Lycoctonum, Polygonatum multiflorum.* Sie alle beginnen Ende Januar bis Ende März über der Erde zu erscheinen, erreichen nach Maßgabe ihrer Speicherorgane geringere oder größere Dimensionen und vergilben zwischen Mai und Herbst. Für drei jener Arten gibt Abb. 4 den Gang der Entwickelung im einzelnen wieder.

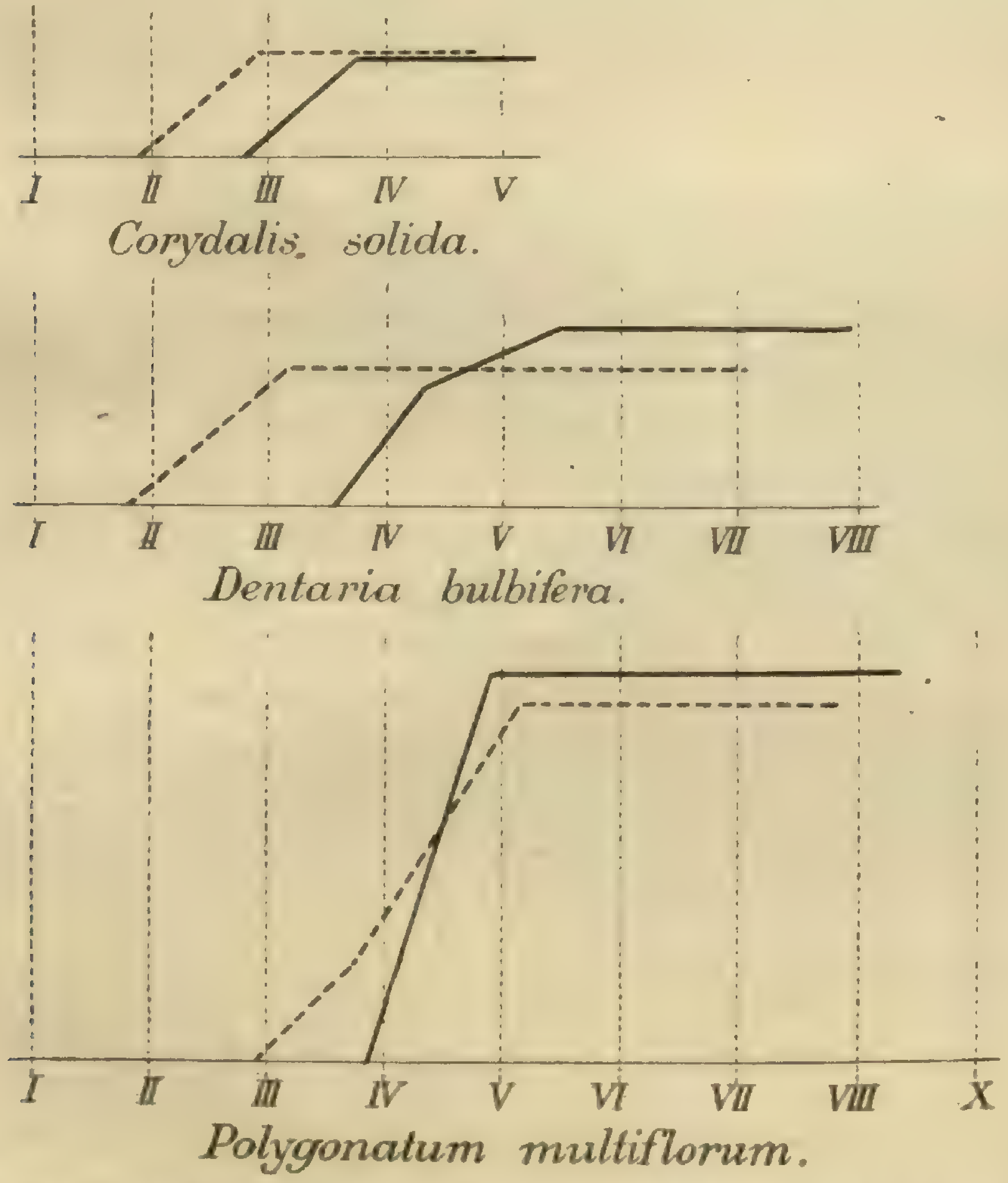


Abb. 4. Rhythmik des Polygonatum-Typus. — Erklärung vgl. bei Abb. 2 S. 341.

Bei diesem Typus herrscht also in Mitteleuropa eine (6—) 8 Monate dauernde Ruhe der vegetativen Sphäre. Durch erhöhte Temperatur im Winter fällt die Winterruhe nicht aus, ihre Zeitlage wird nur um etwa 1—1½ Monate verschoben.

Diese Ergebnisse gelten wohl allgemein. Denn nahe Verwandte von zweien meiner Versuchspflanzen, nämlich *Polygonatum officinale* und *Aconitum Napellus*, welche KLEBS in einem Heidelberger Gewächshaus untersuchte, trieben auch dort nicht vor Ende Februar aus (KLEBS 1911, S. 64, 66).

II. Pflanzengeographisches Verhalten der drei Typen.

Die Verschiedenheiten der rhythmischen Anlagen, die schon unter natürlichen Umständen zum Ausdruck kommen, bilden bei der Vegetations-Bildung eine von den wesentlichen Vorbedingungen dafür, daß die Formation sich floristisch bereichert und zugleich auf eine höhere Stufe gelangt. Denn die Organisationshöhe eines Bestandes beruht nicht auf einförmiger Gleichartigkeit, sondern auf harmonischer Ergänzung seiner Glieder. Aus dem durch Abb. 1 auf S. 341 veranschaulichten Einzelfall geht augenfällig hervor, wie weit diese Ergänzung der krautigen perennierenden Elemente des europäischen Sommerwaldes auf ihrer unmittelbar wahrnehmbaren Rhythmik beruht.

Aber auch von dem im ersten Abschnitt besprochenen rhythmischen Eigenschaften, die sich erst bei veränderter Lebenslage äußern, ist zu erwarten, daß sie bestimmte Einflüsse auf die floristische Gestaltung der Bestände ausüben. Die Prüfung der dort unterschiedenen drei Typen in geographischer Hinsicht wird nachzuweisen haben, in welcher Richtung sich solche Einflüsse betätigen.

1. Asperula-Typus (S. 341).

Bei diesem Typus ist die Ruhe im mitteleuropäischen Klima durchaus erzwungen (S. 342): an sich wachsen die Arten ununterbrochen. Im Hinblick darauf ist es bemerkenswert, daß *Asperula* und *Mercurialis* beide zu Familien gehören, die ihrer Entwickelung nach ganz vorwiegend tropisch sind. Der Gedanke liegt nahe, mit dieser Tatsache ihren Mangel an jeglicher gefestigter Ruhe in Zusammenhang zu bringen. Im ähnlichen Sinne hat ja IRMISCH bei den Labiaten die Sproßverhältnisse interpretieren wollen, indem er die bevorzugte Ausbildung der Achse bei ihnen betonte und darauf hinwies, daß den Blütenständen immer mehrere entwickelte Internodien zuvorgehen. „Sollte dieser Umstand", fährt er fort, „— wie überhaupt das Morphologische und Biologische Hand in Hand geht — nicht darauf hindeuten, daß die Labiaten in ihrer völligen Entwickelung mehr einer wärmeren Jahreszeit — und endlich überhaupt einem wärmeren Klima zugewiesen sind?"[1])

---

[1]) Beiträge zur vergleich. Morphol. der Pflanzen. 2. Abhandl. — Abh. Naturf. Ges. Halle III, 1856, S. 36.

Das Bezeichnende für die Arten dieses Typus ist die Fähigkeit, ohne erhebliche Reserven ihre Knospen wachsen zu lassen, sobald die äußeren Faktoren dazu ausreichen. Was dann an Assimilaten entsteht, wird bald wieder verbraucht, ein größeres Stoffkapital wird nicht angesammelt. Eine solche Lebensführung sollte man in der Tat am ehesten in den Tropen erwarten; jedenfalls möchte man annehmen, daß sie in den Tropen entstanden wäre. Damit ist aber nicht gesagt, daß sie nur dort möglich ist. Im Gegenteil belehrt uns die Verbreitung des Typus bis über die Nordgrenzen der gemäßigten Zone hinaus, daß es unter jenen Arten viele gibt, die gegen einen kürzeren oder längeren Zwang der Untätigkeit nicht empfindlich sind. Wie weit die Unempfindlichkeit in dieser Hinsicht bei den einzelnen Arten geht, wissen wir bisher nicht. Wir können einstweilen nur feststellen, daß der Stillstand der an sich möglichen Wachstums- und Assimilationstätigkeit, der in ihrem Wohnbereich tatsächlich stattfindet, sehr verschieden lange Zeitspannen umfaßt.

Asperula odorata z. B. wächst in Nordspanien, Irland und Westdeutschland, ebenso aber auch in Finnland und am Baikalsee. Bei uns reicht die durchschnittliche Vegetationsruhe der Art tatsächlich von Anfang November bis Ende Februar, beträgt also 3½ Monate. Wie lange sie in Westeuropa, Nordeuropa und in Mittelsibirien dauert, ist meines Wissens nicht genauer mitgeteilt. Unter der Voraussetzung aber, daß das Verhalten der Art gegen die Wärme überall annähernd dasselbe bleibt, ist zu folgern, daß der Stillstand in Irland etwa 1 Monat weniger als im westlichen Mitteldeutschland beträgt, daß seine Dauer nach Osten zunimmt und am Baikalsee sich auf 7—7½ Monate ausdehnt. Die Art ist also fähig, zu gedeihen und ihren Platz in der Flora zu behaupten, wenn ihr zum Wachsen und Assimilieren weniger als die Hälfte der Zeit gewährt ist, die sie ihrer spezifischen Anlage nach ausnutzen könnte.

Bei *Mercurialis perennis*, die (einschließlich der nahestehenden *M. ovata*) in Europa ähnlich verbreitet ist, wie *Asperula*, aber in Sibirien zu fehlen scheint, bleibt die Spannweite der tatsächlich bestehenden Vegetationsruhe nicht ganz so groß wie bei *Asperula*. Doch wenn sie bei uns 3½—4 Monate ruht, so kann für Südfinnland und Ostrußland eine Unterbrechung der Wachstumszeit von mindestens 6 Monaten angenommen werden, was ebenfalls die Hälfte der potentiellen Wachstumszeit ausmacht.

Wir stellen also in dieser Hinsicht bei den unperiodisch veranlagten Perennen im Unterwuchs des Sommerwaldes ein gleiches Verhalten fest, wie bei den periodisch gestimmten Bäumen, die ihn beschatten. Da wissen wir ja z. B. von *Betula alba* seit langem, daß sie eine Vegetationszeit von über 6 Monaten verwerten kann[1]), aber auch mit 3 Monaten „auskommt", eine Erfahrung, die bekanntlich für die Theorie der Wärmesummen viel erörtert worden ist.

2. Leucoium-Typus (S. 342).

Die beiden übrigen Typen unterscheiden sich von dem vorigen durch den Besitz von Speicherorganen, in denen beim Verlauf des Zyklus, wie er bei uns sich abspielt, der periodische Wechsel von Arbeit und Ruhe seinen morphologischen Ausdruck findet.

Pflanzengeographisch ist der *Leucoium*-Typus gut gekennzeichnet: seine Gattungen haben nämlich alle ihren Schwerpunkt im Mittelmeergebiet, wo sie die größte Formenmenge entwickeln und wo sie verwandtschaftlichen Anschluß an verwandte Gruppen gewinnen. Dies gilt sowohl für *Arum*, *Orchis* und *Ficaria*, wie für zahlreiche Zwiebelgewächse der Liliifloren, von denen unter den Pflanzen unseres Waldes *Leucoium vernum* dieses Verhalten klar veranschaulicht: auf Abb. 5 ist das Areal der gesamten Gattung *Leucoium* wiedergegeben, der schraffierte Teil zeigt den Anteil des *Leucoium vernum*.

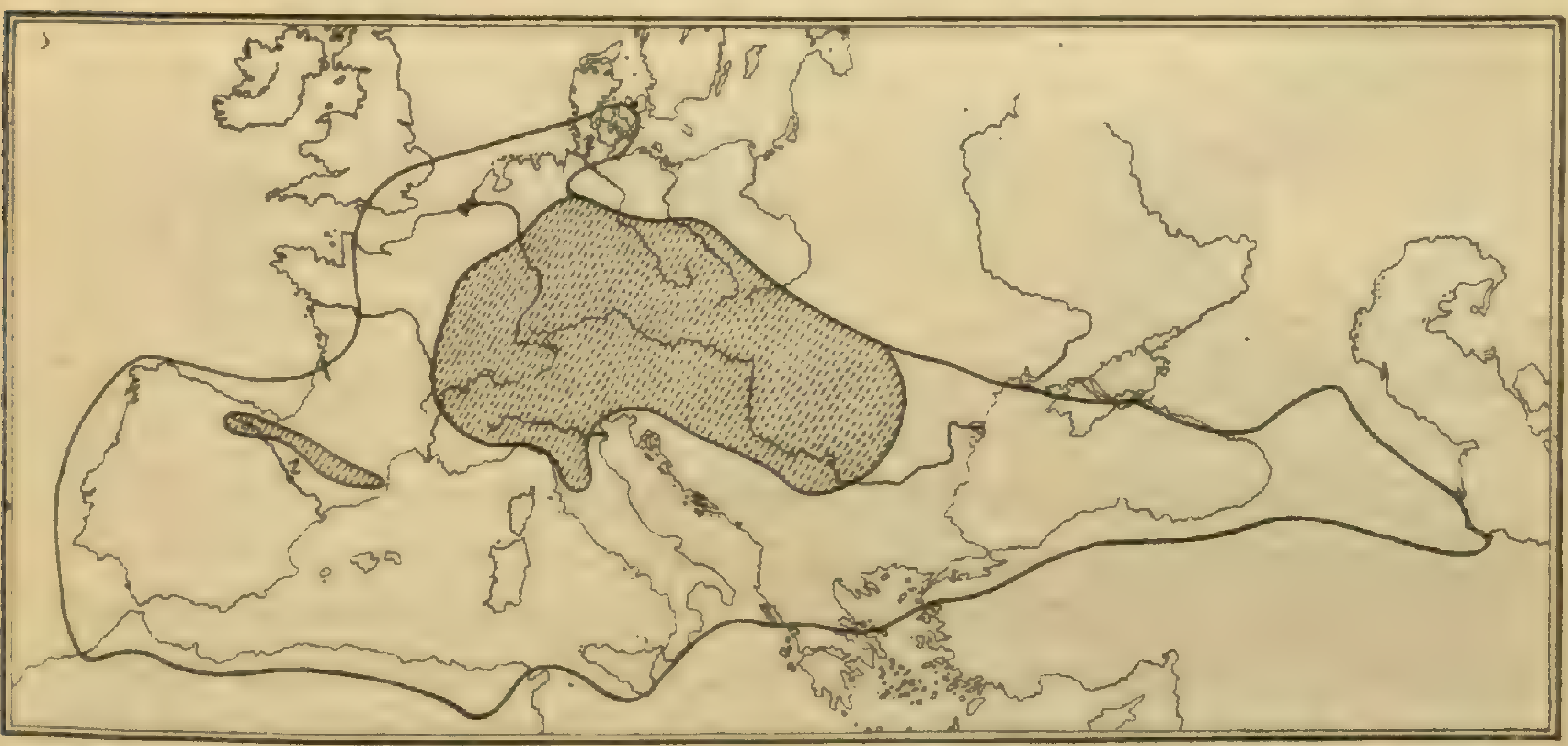


Abb. 5. Wohngebiet der Gattung *Leucoium*. Der schraffierte Anteil ist das Areal von *Leucoium vernum*; ob es disjunkt ist, steht noch nicht fest. Denn das Indigenat in Spanien scheint nicht sicher erwiesen, würde aber von dem Hauptareal durch eine Lücke in Südwest-Frankreich geschieden sein.

Wenn es für die Rhythmik dieses Typus bezeichnend ist, daß sich die Ruhe im Herbste bei uns so leicht durch mäßige Temperaturerhöhung aufheben läßt, so scheint darin das mediterrane Wesen der Gruppe zum Ausdruck zu kommen. Die Ruhe tritt bei ihr nämlich noch vor dem Höchststand der Sonne ein, sie dauert dann etwa 3—4 Monate und ist um die Zeit des herbstlichen Aequinoktiums eigentlich zu Ende. Sie fällt also gerade in die nordhemisphärischen Sommermonate und ist jedenfalls in diesem Abschnitt des Jahres am stärksten gefestigt. Wie weit und durch welche Mittel sie auch innerhalb dieses Zeitraumes beseitigt werden kann, darüber wissen wir nicht viel. KLEBS (1911, S. 15, 16) berichtet zwar, der Gärtner WOLTERS vom Berggarten zu Tjibodas habe ihm unter anderem mitgeteilt, *Hyacinthus orientalis* bilde nach seiner mehrjährigen Erfahrung dort Zwiebeln, die gleich wieder auskeimen, während die Pflanzen nur selten zur Blüte gelangen! Aber diese Angaben sind nicht bestimmt genug, um von dem Entwickelungsverlauf und seinen Bedingungen eine klare Vorstellung zu vermitteln. Hohe Wärme und Feuchtigkeit allein scheinen jedenfalls nicht maßgebend zu sein, denn noch im Herbst reagierten *Arum* und *Ficaria*, als KLEBS sie in Buitenzorg in Kultur nahm, negativ (KLEBS 1911, S. 68 und 69). Vielmehr entsprechen diese Züge des rhythmischen Verhaltens dem Mediterrantypus, der auf ein Klima mit mildem, feuchtem Winter eingestellt ist.

---

[1]) Vgl. GRISEBACH, Vegetation der Erde. I, S. 92.

Die zum *Leucoium*-Typus gehörigen Elemente unserer Waldflora, die genetisch und wohl auch historisch als mediterrane Einstrahlungen zu betrachten sind, hätten also im Rhythmus ihre mediterrane Veranlagung festgehalten. Man möchte glauben, daß unserem Klima diese Veranlagung nicht sonderlich gut entspräche; trotzdem ist sie oekologisch nicht wirkungslos, denn sie bedingt doch ein rhythmisches Verhalten, das diesen Pflanzen gestattet, von unserer Vegetationsperiode gerade die ersten Wochen auszunutzen, die von anderen Elementen noch nicht beansprucht werden. Solche Möglichkeiten aber sind für die Behauptung einer Art im sozialen Gefüge der Formation oft von entscheidender Bedeutung.

3. Polygonatum-Typus (S. 343).

Der *Polygonatum*-Typus, der im Gegensatz zum vorigen in unserem Spätherbst die Ruhe so fest hält, ist auch geographisch wesentlich von ihm verschieden. Eine bemerkenswerte Uebereinstimmung dagegen zeigen die zahlreichen Vertreter dieses Typus untereinander in ihrer Verbreitung. Die meisten Arten bezw. Artengruppen nämlich bewohnen einen breiten zusammenhängenden Streifen, der von Westeuropa bis Ostsibirien reichend etwa die zwischen den Jahresisothermen von 3° und 13° gelegene Zone umfaßt, also das extramediterrane

Europa bis gegen den 60—67° n. Br., das südlichere Sibirien, das kühlere Ostasien. In diesen Grenzen halten sich z. B. *Convallaria majalis, Polygonatum multiflorum, Corydalis solida.* Andere Sippen bewohnen nur einzelne Teile des Gebietes, sind aber in den übrigen durch nahe Verwandte ersetzt. So hält sich *Aconitum Lycoctonum* (im engeren Sinne) zwar beschränkt auf Mitteleuropa, aber eng anschließende Formen vertreten sie in Nordeuropa und dem ganzen gemäßigten Asien. Aehnliches gilt für *Dentaria bulbifera*; die Art selbst wächst nur in dem europäischen und westasiatischen Anteile jener Zone, aber in den übrigen Abschnitten finden sich verwandte Dentarien, wie (*Cardamine*) *D. tangutorum* O. E. SCHULZ in Nord- und West-China und (*Cardamine*) *D. glandulosa* var. *sibirica* O. E. SCHULZ in Sibirien.

Geographisch-genetisch gehören die Arten des *Polygonatum*-Typus zu ausgeprägt holarktischen Gattungen, die in Europa, dem atlantischen Nordamerika und besonders in Ostasien sich meist formenreich entwickelt haben. Auch in ihrer weiteren Verwandtschaft fehlen Gruppen mit überwiegend tropischer Verbreitung, und darin besteht ein beachtenswerter Gegensatz zum *Asperula*-Typus, bei dem tropische Beziehungen so offen daliegen (S. 341).

Nach mehreren Seiten hin also zeigt der *Polygonatum*-Typus, — wie das Florenelement, dem er angehört — ein einheitliches biologisches Verhalten; er erscheint danach besonders bezeichnend für das Bereich des Sommerwaldes, für diejenigen Erdgebiete nämlich, deren stark periodisches Klima sich durch annähernd gleichsinnige Hebung und Senkung von Wärmekurve und Feuchtigkeitskurve kennzeichnet.

Zusammenfassung.

Bei ungewohnter Temperatur-Erhöhung im Winter zeigen die krautigen Perennen des Sommerwaldes stärkere oder geringere Abweichungen von dem Verhalten in freier Natur. Es ergeben sich danach drei Typen von wesentlich verschiedener rhythmischer Beschaffenheit:

1. aperiodische Arten mit gänzlich erzwungener Ruhezeit (*Asperula*-Typus, S. 341),
2. periodische Arten mit teilweise erzwungener Ruhezeit (*Leucoium*-Typus, S. 342),
3. periodische Arten mit harmonischer Ruhezeit (*Polygonatum*-Typus, S. 343).

Die beiden periodischen Typen unterscheiden sich auch in ihrem geographischen Wesen: der *Leucoium*-Typus mit teilweise erzwungener Ruhezeit hat (südwest-)europäische Verbreitung und mediterrane Verwandtschaft, der *Polygonatum*-Typus mit einer zum Klima harmonischen Ruhezeit zeigt eurasiatische Verbreitung und holarktische Verwandtschaft.

Diese geographischen Beziehungen der beiden Typen sind merkwürdig und für das Problem der Bedingtheit des rhythmischen Verhaltens[1]) nicht ohne Belang. Denn es ergeben sich daraus beachtenswerte Folgerungen für die Wirksamkeit der Außenfaktoren. Wir haben daraus zu schließen, daß neben dem örtlich gegebenen Medium auch diejenigen Kombinationen von Außenfaktoren mitspielen, die im Laufe der Stammes- und Verbreitungsgeschichte der Sippe Einfluß gewonnen und ausgeübt haben. Ueber das Wesen und die Grenzen dieser Mitwirkung fehlt es noch an ausreichenden Erfahrungen. Um eine starre Vererbung der Rhythmik oder um direkte „Nachwirkungen" der Phylogenie kann es sich dabei kaum handeln; vielmehr darf man erwarten, daß es dem Experimentator gelingen wird, auch die Arten des *Leucoium*- und des *Polygonatum*-Typus künstlich durch irgendwelche Mittel zu jeder beliebigen Zeit zur Entwickelung zu bringen. Zugleich aber ist festzuhalten, daß diese Möglichkeit wenig Aussicht hat, sich auch in der freien Natur zu verwirklichen. Draußen, unter den natürlich gegebenen Faktorenkombinationen besteht eben eine ganz andere Lage.[2]) Da werden aus der großen Zahl von potentiellen Anlagen nur wenige imstande sein, sich zu entfalten, und bei dieser Auslese fällt die phyletische Mitgift stark ins Gewicht: die Arten werden nur so weit konkurrenzfähig bleiben, wie sie in der Gesamtheit der örtlich wirksamen Faktoren solche Kombinationen vorfinden, die ihren Rhythmus annähernd in jenen altgewohnten Bahnen lenken. Sobald ihnen dies nicht mehr möglich ist, werden sie im Wettbewerb unterliegen und die Schranken ihres natürlichen Vorkommens erreicht haben. Beispielshalber stelle man sich die widrige Wirkung des Kontinentalklimas auf *Leucoium* vor: der Winter und die Schneebedeckung dauern länger als die Art es gewohnt ist, der Anstieg der Wärme im Frühling geht schneller und steiler vor sich: *Leucoium* wird aus der ihr aufgezwungenen „Untätigkeit“ erst zu einer Zeit befreit, in der auch die meist kräftiger treibenden Stauden des *Polygonatum*-Typus erwachen; so gerät sie bald in Gefahr erstickt zu werden. Im küstennäheren Klima dagegen wird diese Konkurrenz erst drohend, wenn die eigene Assimilationszeit des *Leucoium* schon ihrem Ende entgegengeht, sie kann also das Bestehen der Art nicht mehr schädigen.

---

[1]) H. Kniep, Ueber rhythmische Lebensvorgänge bei den Pflanzen. Verhandl. phys.-med. Gesellsch. Würzburg. N. F. XLIV, 1915, 107—129.

G. Klebs, Ueber das Verhältnis von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biolog. Zentralblatt XXXVII, 1917, 373—414, und die dort S. 414 f. angeführte Literatur.

[2]) Vgl. dazu O. Drude, Die Oekologie der Pflanzen, 1913, S. 162 ff.

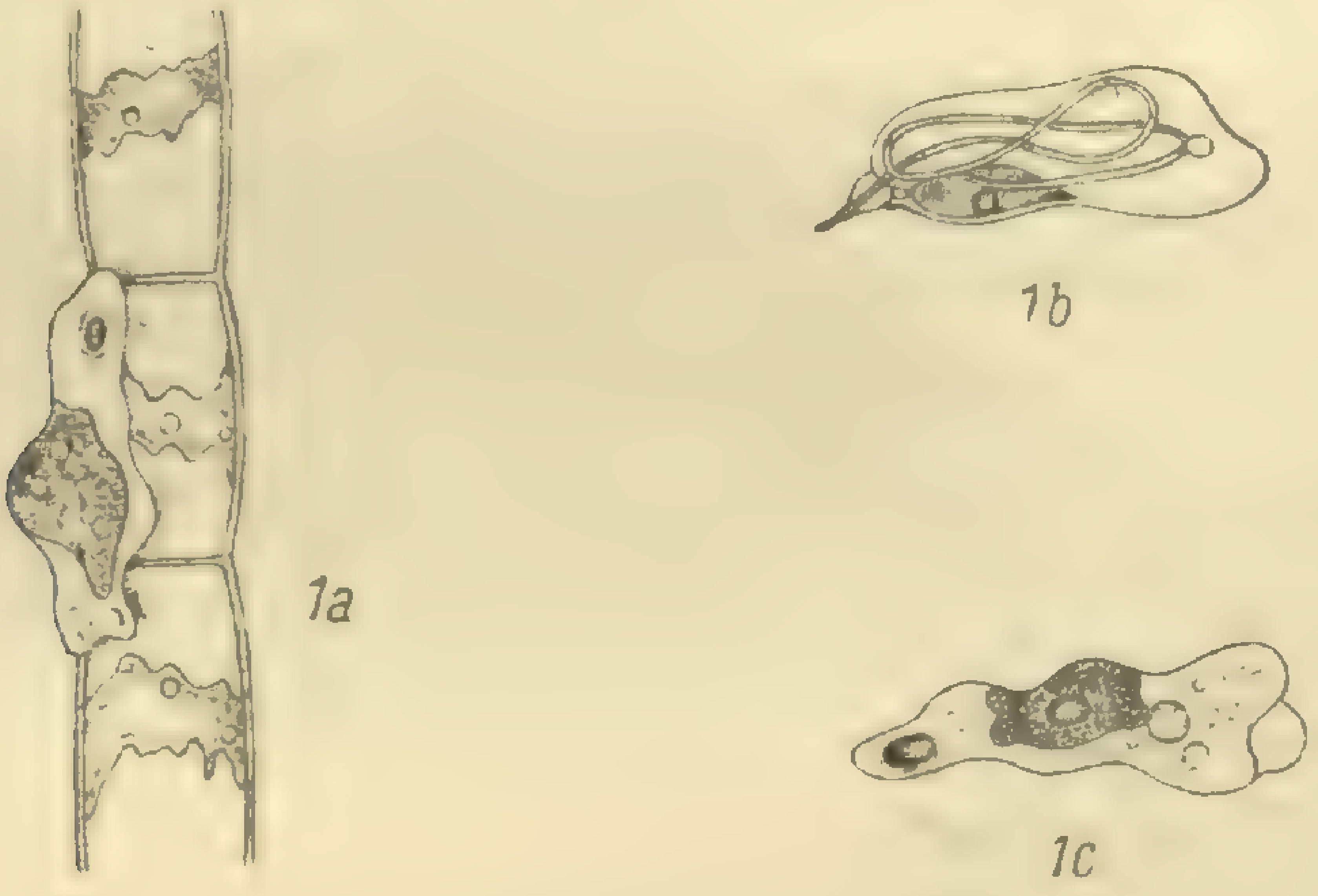
Wir erkennen in der rhythmischen Beschaffenheit der Arten demnach eine von den Eigenschaften, die für die allmähliche Aenderung der Bestandes-Zusammensetzung von Einfluß sind. In Europa z. B. bestimmt sie neben anderen Faktoren den floristischen Wechsel des Sommerwaldes, der sich von Südwesten nach Nordosten vollzieht, indem bei den Arten des *Leucoium*-Typus die rhythmische Anlage schließlich zur Unmöglichkeit führt, sich im Wettbewerb zu behaupten. Aehnlich verschwindet in den Wäldern Ostasiens und Nordamerikas nordwärts der Typus der immergrünen dikotylen Laubhölzer, weil sie unterliegen müssen gegen die Arten, deren Belaubungsrhythmus mit der nordwärts immer stärker werdenden Periodizität des Klimas in besserem Einklang steht. Derartige Zusammenhänge bilden in vielen Gebieten der Erde einen wichtigen Faktor für die Gestaltung der Vegetation.

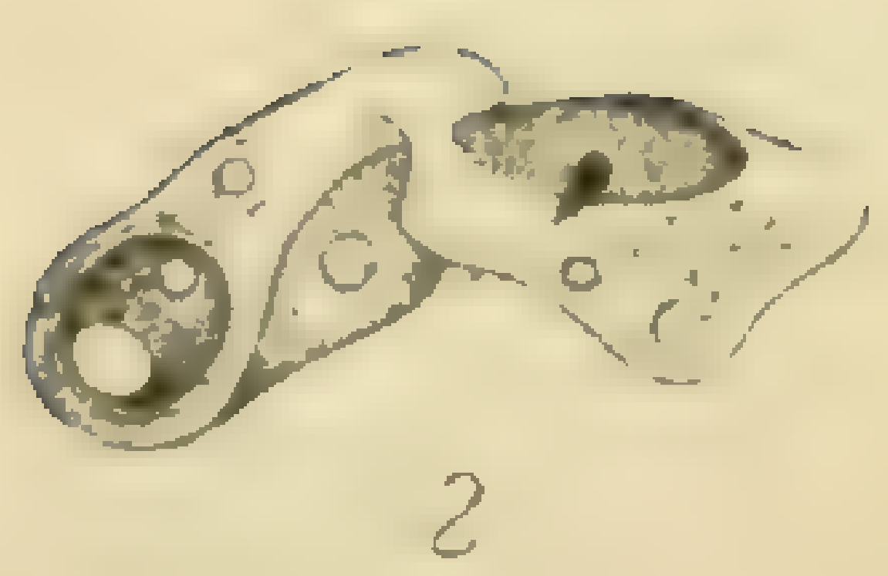
43. A. Pascher: Ueber amoeboide Gameten, Amoebozygoten und diploide Plasmodien bei einer Chlamydomonadine.

(Mit 13 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen 24. Juni 1918.)

Amoeboide Stadien sind bei den Volvocalen im Gegensatze zu den anderen Flagellatenreihen noch nicht mit Sicherheit beobachtet worden. Dagegen sind solche für die Chlorophyceen nicht unbekannt. Für sie wies KLEBS amoeboide Gametozoosporen bei *Draparnaudia* nach. Ich konnte amoeboide Stadien z. T. sogar mit animalischer Ernährung für eine ganze Reihe einwandfreier Grünalgen mitteilen: *Stigeoclonium*, *Aphanochaete* als Ulotrichalen, *Marthea* als Protococcalen und schließlich auch für *Tetraspora*. Gerade das Vorkommen solcher Stadien bei *Tetraspora* ist von Bedeutung, da ja die Tetrasporalen mit den Volvocalen resp. Chlamydomonadinen so enge verwandt sind; beide Gruppen gehen ineinander über, sowie ja die Tetrasporalen ja eigentlich nichts anderes sind als




2

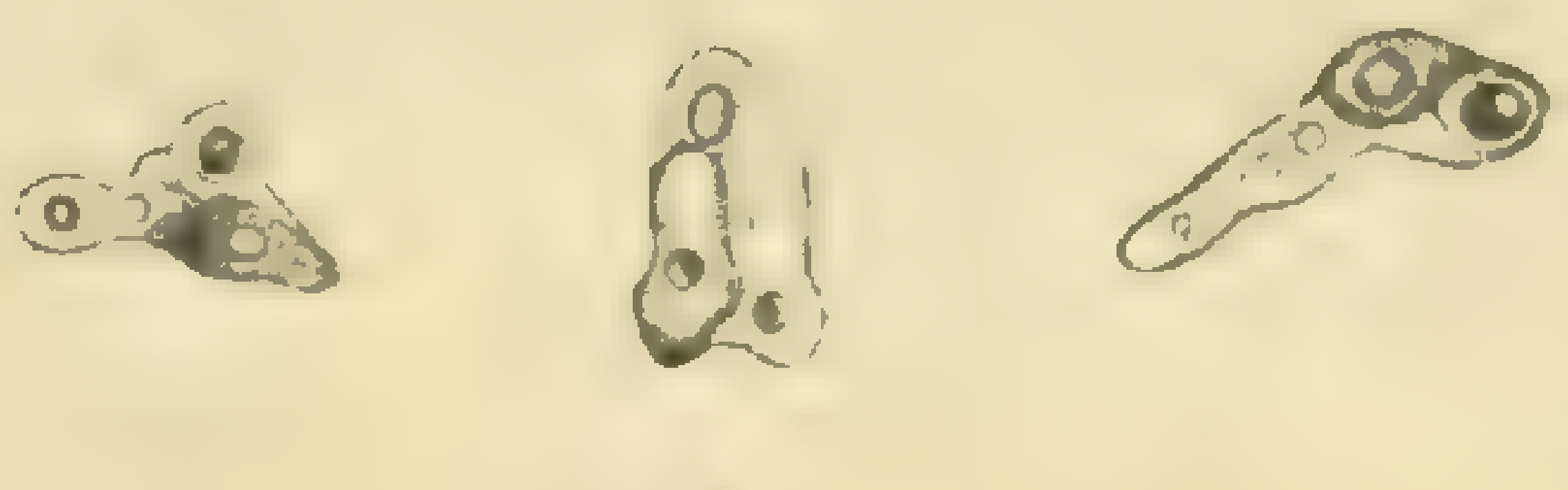

3

Abb. 1 a, b, c. Amoeboide Makrozoosporen von *Stigeoclonium*, bei b. mit einer aufgenommenen *Oscillaria*.

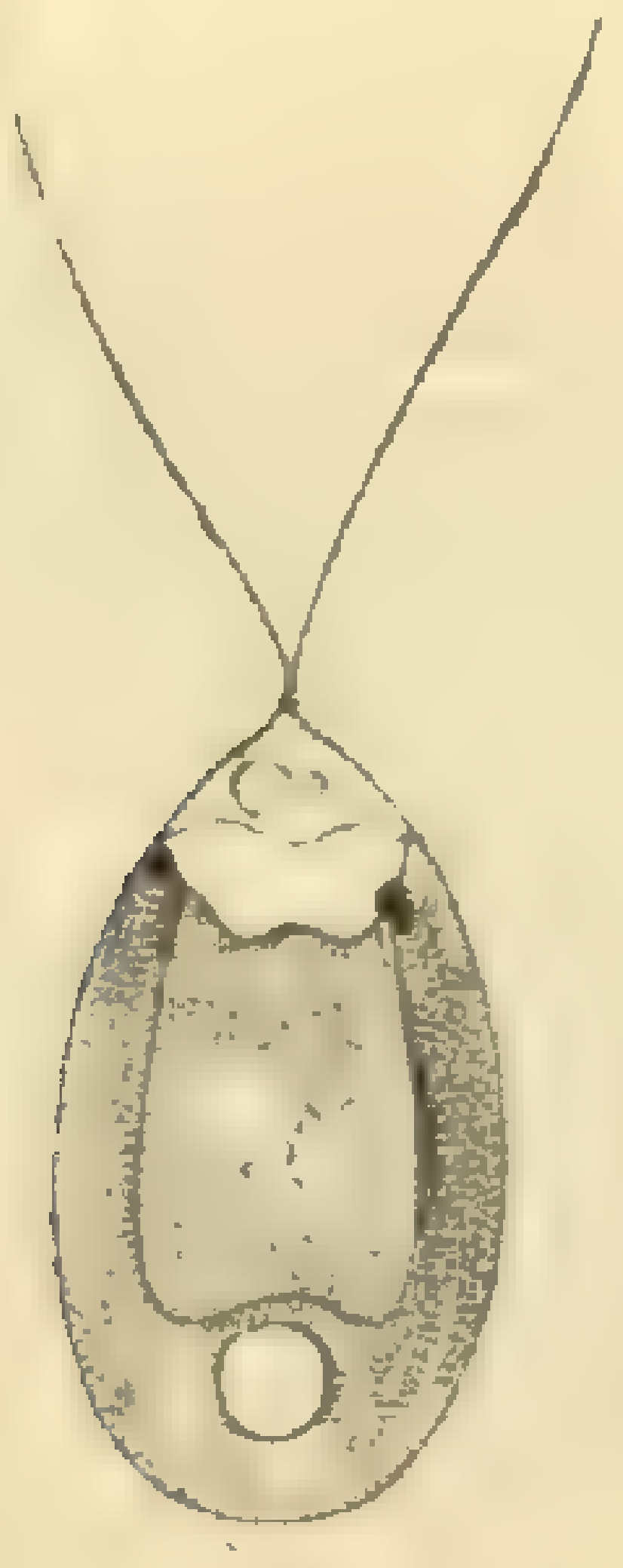
Abb. 2. Kopulierende amoeboide Gametozoosporen von *Draparnaudia*, die linke mit einer aufgenommenen *Chlamydomonas*.

Abb. 3. Amoeboide Zoosporen von *Tetraspora*.

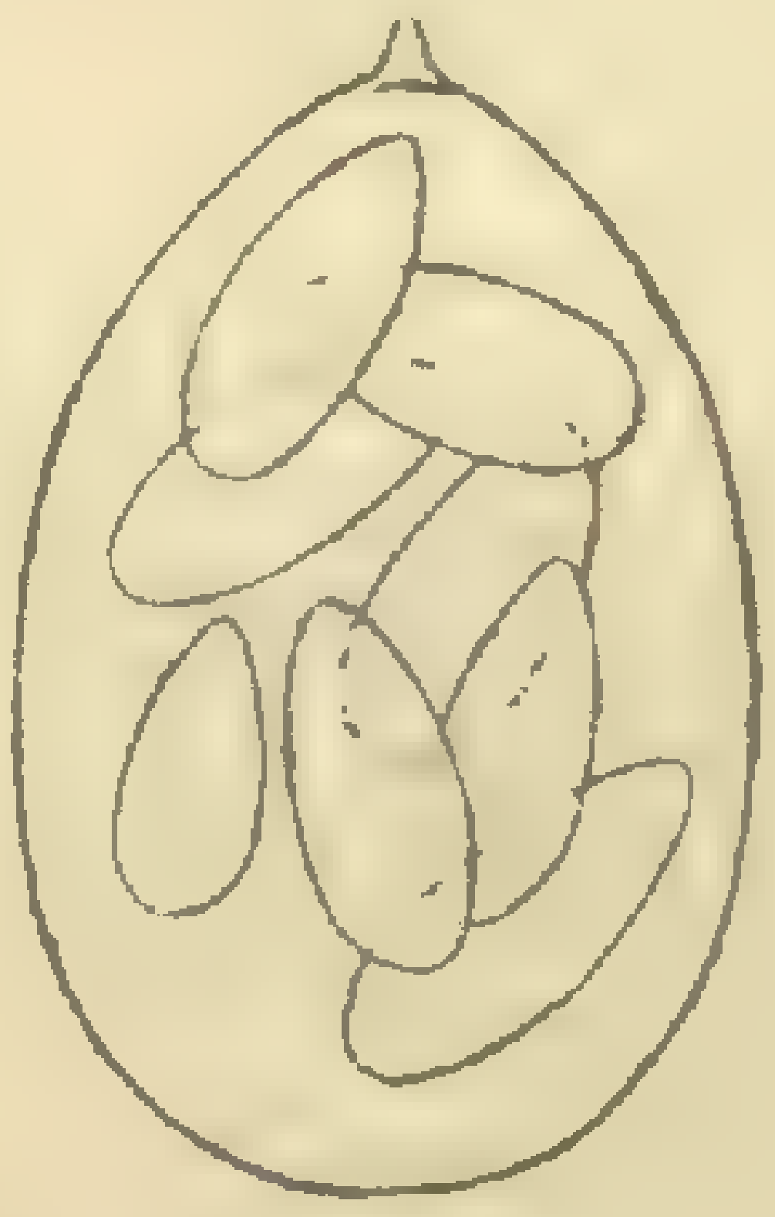
Chlamydomonadinen, die den größten Teil ihres vegetativen Lebens in gallert-umhüllten unbeweglichen Zuständen verbringen und nur mehr zu Zwecken der Propagation zu dem für die Chlamydomonadinen charakteristischen, beweglichen Flagellatenstadium zurückgreifen. So ließ das Vorkommen amoeboider Stadien bei den Tetrasporalen auch ihr Vorkommen bei den Volvocalen vermuten.

Solche amoeboide Stadien fanden sich bei einer *Chlamydomonas*-art.

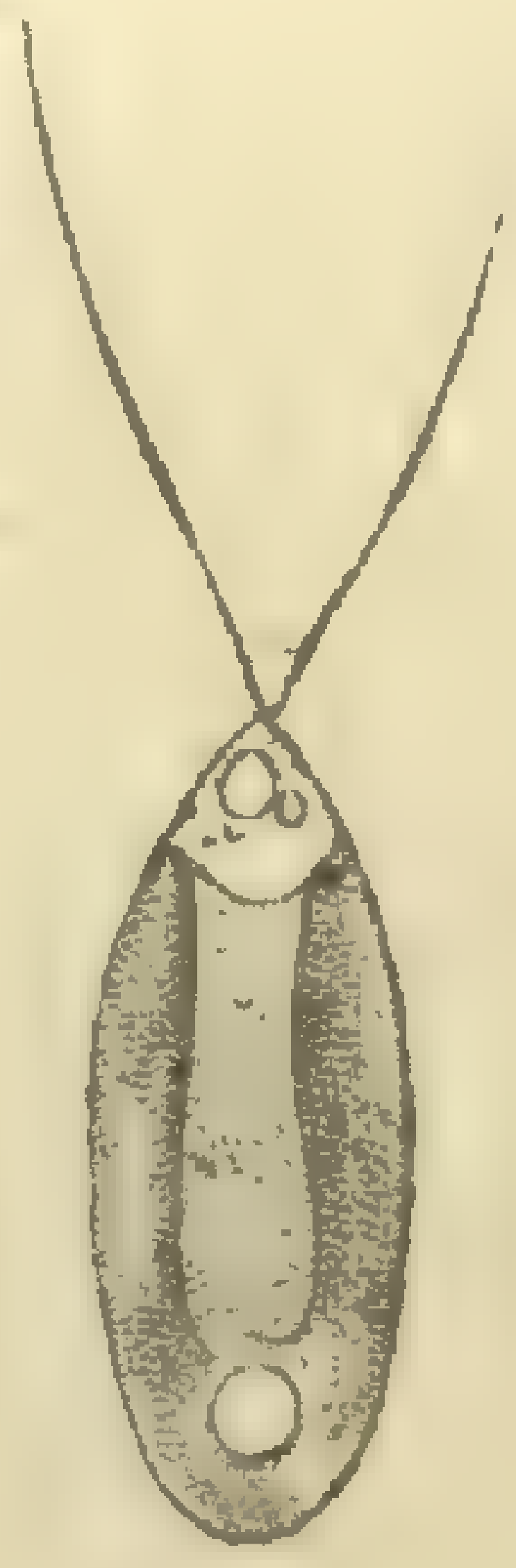
Diese *Chlamydomonas*, die längere Zeit in ihrer Reproduktion studiert wurde, zeigte besonders auffallende amoeboide Stadien. Die ausgewachsenen Individuen zeigten die übliche *Chlamydomonas*-Form, ei-birnförmige Protoplasten mit zarter, längs-gestreifter Membran, die sich vorne zu einer sehr kleinen, aber deutlichen Papille verdickte. Der Chromatophor ließ kaum das vordere Viertel frei, war sehr dick und hatte im verdickten Basalteile das kugelige Pyrenoid; seinem vorderen Rande saß ein ziemlich kleines Stigma an. Der Kern war zentral, die zwei Geißeln annähernd körperlang. Vorne außerdem die zwei üblichen kontraktilen Vakuolen. Bei der vegetativen Vermehrung bildeten die Einzelzellen durch regelrechte Längsteilung, ohne nachträgliche Querlagerung vier Zoosporen. Daneben wurden auch acht kleinere Schwärmer gebildet, die mehr gestreckt und deren Chromatophoren nur wenig dick waren. Diese kleineren Schwärmer konnten nach längerer Schwärmzeit zur Ruhe kommen und bildeten dann teilweise kleine, glatte



4



5



6

Abb. 4. Vegetatives Individuum von *Chlamydomonas*.

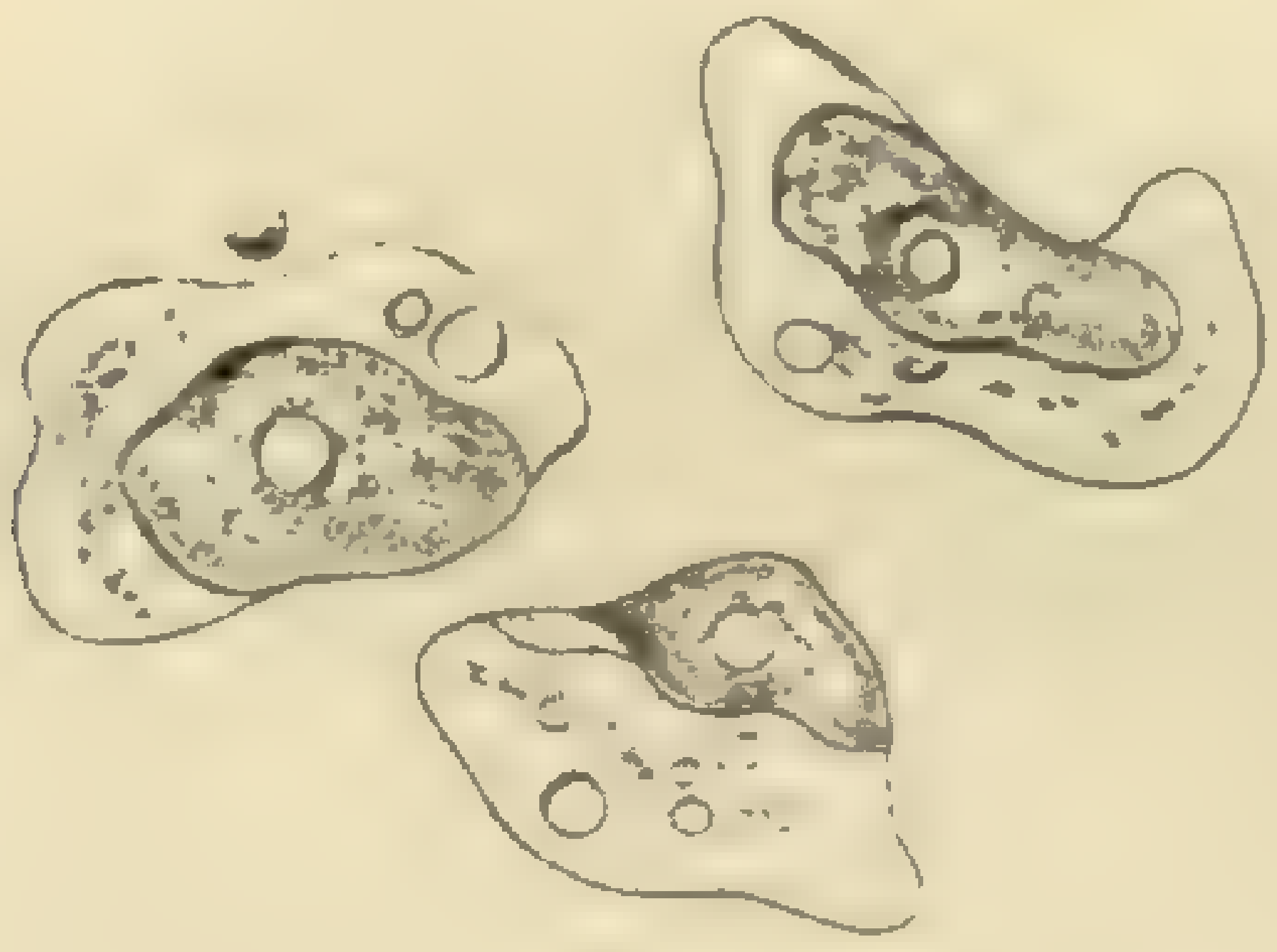
Abb. 5. Mit Gametenbildung.

Abb. 6. Eine Gametozoospore (das Pyrenoid tritt in der Zeichnung viel zu stark vor Fig. 4, 5 — 600 ×, — Fig. 6 — 1100 ×.

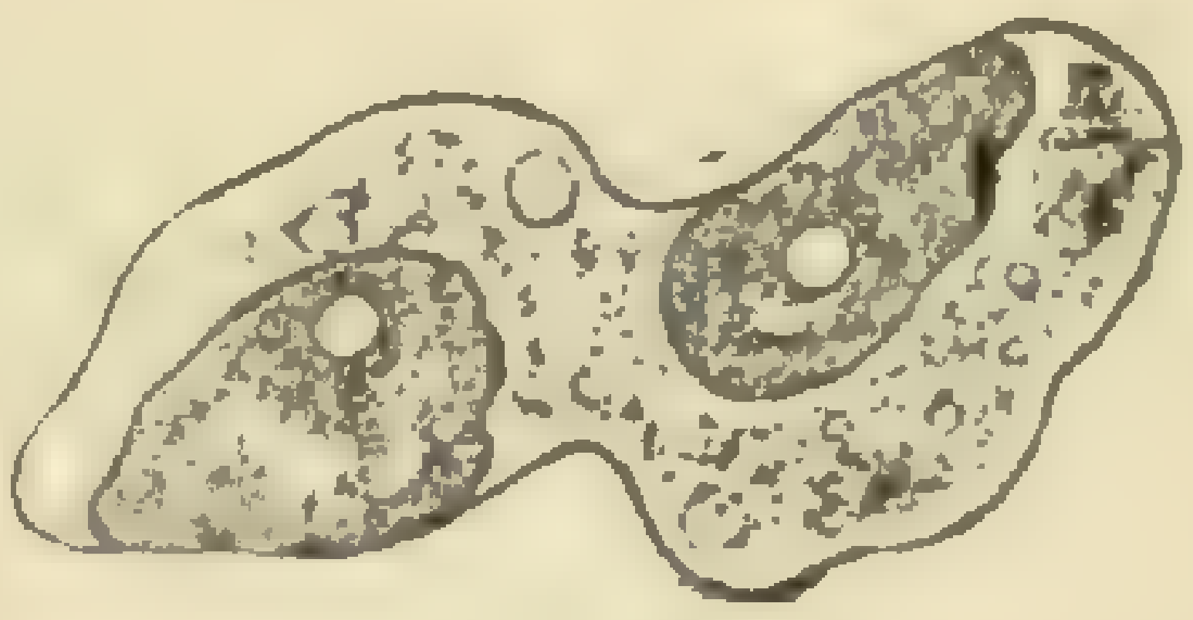
Sporen aus, die sich bald verfärbten und undurchsichtig wurden. Aus ihnen ging bei der Keimung eine Zoospore hervor, die direkt zu einem *Chlamydomonas*-Individuum wurde. Da die Hauptfunktion dieser kleinen Schwärmer die geschlechtliche Fortpflanzung war, so können diese kleinen glatten Sporen in diesem Falle als Pharthenosporen bezeichnet werden.

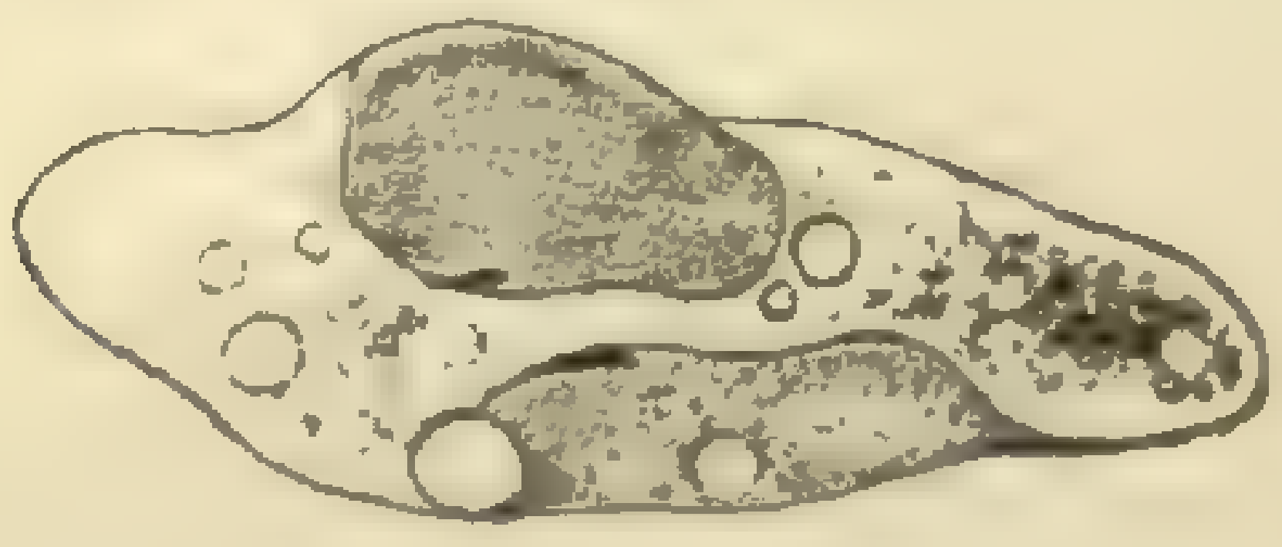
Meistens wurden aber diese kleinen Schwärmer amoeboid. Die Geißeln wurden hierbei nicht, wie bei den amoeboid werdenden Schwärmern der Chrysomonade *Synura* eingeschmolzen, sondern paarweise abgestoßen. Die abgestoßenen Geißeln führten oft noch lange schnellende Bewegungen aus. Schließlich krochen die kleinen Schwärmer als kleine Amoeben herum. Ihre Pseudopodien waren sehr breit und plump, darin erinnerten sie an kleine *Limax*-Amoeben. Der Chromatophor hatte sich meistens ausgeflacht, das Stigma war sehr deutlich, ebenso die beiden kontraktilen Vakuolen. Die Umwandlung der kleinen Schwärmer in die kleinen grünen Amoeben konnte lückenlos beobachtet werden. Im übrigen war ja bereits die Morphologie der Amoeben, ihr Besitz von Chromatophoren, Stigmen nur im Zusammenhang mit Grünalgen zu erklären. Zwischen diesen kleinen Amoeben-Gameten gab es reichlich Kopulation, die Fusion erfolgte sehr rasch, die kopulierten Amoeben behielten aber noch sehr lange Zeit die Bewegung bei und ich konnte solche Amoebo-Zygoten mehrere Stunden lang beobachten. So lange die amoeboiden Gameten nicht kopuliert waren, nahmen sie reichlich

7



8





9

Abb. 7. Einzelne amoeboid gewordene Gametozoosporen.
Abb. 8. Beginnende Fusion zweier amoeboider Gameten.
Abb. 9. Fusionierte Amoebo-Zygoten. Alle 900 ×.

animalische Nahrung zu sich; das fand aber nicht mehr statt, wenn Kopulation eingetreten war, trotzdem die amoeboide Bewegung beibehalten wurde. Im Gegenteile fand nach der Kopulation meist bald die Ausstoßung der aufgenommenen Substanzen statt.

Nach einiger Zeit ward die Bewegung langsamer, die Pseudopodien der Amoebo-Zygoten traten nicht mehr weit vor, dann ballte sich das Ganze ruckartig zusammen und begann damit kugelig zu werden und umgab sich mit einer deutlichen Haut, die sich sehr bald verdickte und schön stachelige Außenskulptur zeigte, wenn auch die Stacheln relativ klein waren.

Auf die Keimung der Zygoten soll später eingegangen werden.

Diese amoeboiden Zygoten zeigten große Neigung untereinander zu fusionieren. Solche Amoebo-Zygoten traten zuerst durch einzelne Pseudopodien miteinander in Verbindung, die Anastomosen verbreiterten sich sehr bald und schließlich war eine große Amoebe mit zwei Paaren Chromatophoren und Stigmen gebildet, die paarweise ihre Zusammengehörigkeit recht deutlich erkennen ließen, denn gerade dieses paarweise Auftreten von Chromatophoren und Stigmen ließ die Amoebo-Zygoten von den noch unkopulierten Gameten schon äußerlich scheiden. — In diesen Amoebo-Zygoten lagerten sich die Kerne sehr bald aneinander und verschmolzen wenigstens äußerlich sehr bald. Da die Kerne relativ leicht sichtbar waren, so konnte dies im Einzelfall oft leicht festgestellt werden. So waren also mehrkernige Plasmamassen durch die Fusion zweier solcher Amoebo-Zygoten gebildet, ein kleines zweikerniges Plasmodium war entstanden, dessen Kerne diploid waren.

Solche Plasmodien bestanden nun oft nicht bloß aus zwei fusionierten Amoebo-Zygoten, es ließen sich Fusionen finden, die aus 4, 6 u. noch mehr, ja einmal aus vielleicht 31 miteinander fusionierten Amoebo-Zygoten bestanden, was sich leicht aus den Chromatophoren und Stigmenpaaren feststellen ließ. In Abb. 11 ist ein solches aus vier Amoebo-Zygoten gebildetes, in Abb. 12 ein aus 14 solchen Zygoten zusammengeschmolzenes Plasmodium abgebildet. Solche Plasmodien, die durch teilweise Klüfte noch deutlich die Art ihrer Entstehung erkennen ließen, bewegten sich völlig einheitlich, wie eine einzelne große Amoebe. Es war darin kein Unterschied gegenüber einfachen Amoebo-Zygoten zu erkennen. Nahrungsaufnahme fand auch bei ihnen nicht statt. Oft entstanden sie auch dadurch, daß mehrere kleine dieser Zygoplasmodien miteinander fusionierten wie dies die Abbildungen noch erkennen lassen, die Plasmodien, an denen noch deutlich die teilweise noch unverschmolzenen Teilplasmodien erkennbar sind, wiedergeben.

Alle diese Plasmodien sind diploid, die Kerne waren wenigstens äußerlich miteinander verschmolzen. Ich konnte nun nicht herausbekommen, ob in diesen Plasmodien auch noch unkopulierte, also haploide Gameten oder ob nur Amoebo-Zygoten einverleibt wurden. Dies wäre im Hinblick auf die Myxomyceten, die zu großen Plasmodien nur die diploiden Amoebo-Zygoten resp. deren Fusionen fusionieren lassen, von Bedeutung gewesen Doch konnten keine unpaaren Chromatophoren oder Stigmen in den Plasmodien mit Sicherheit nachgewiesen werden Da die amoeboiden Gameten feste Nahrung aufnahmen, die Amoebo-Zygoten resp. deren Fusionen aber niemals, so spricht dies doch für Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit, die vielleicht auch für die Fusionen maßgebend sind.

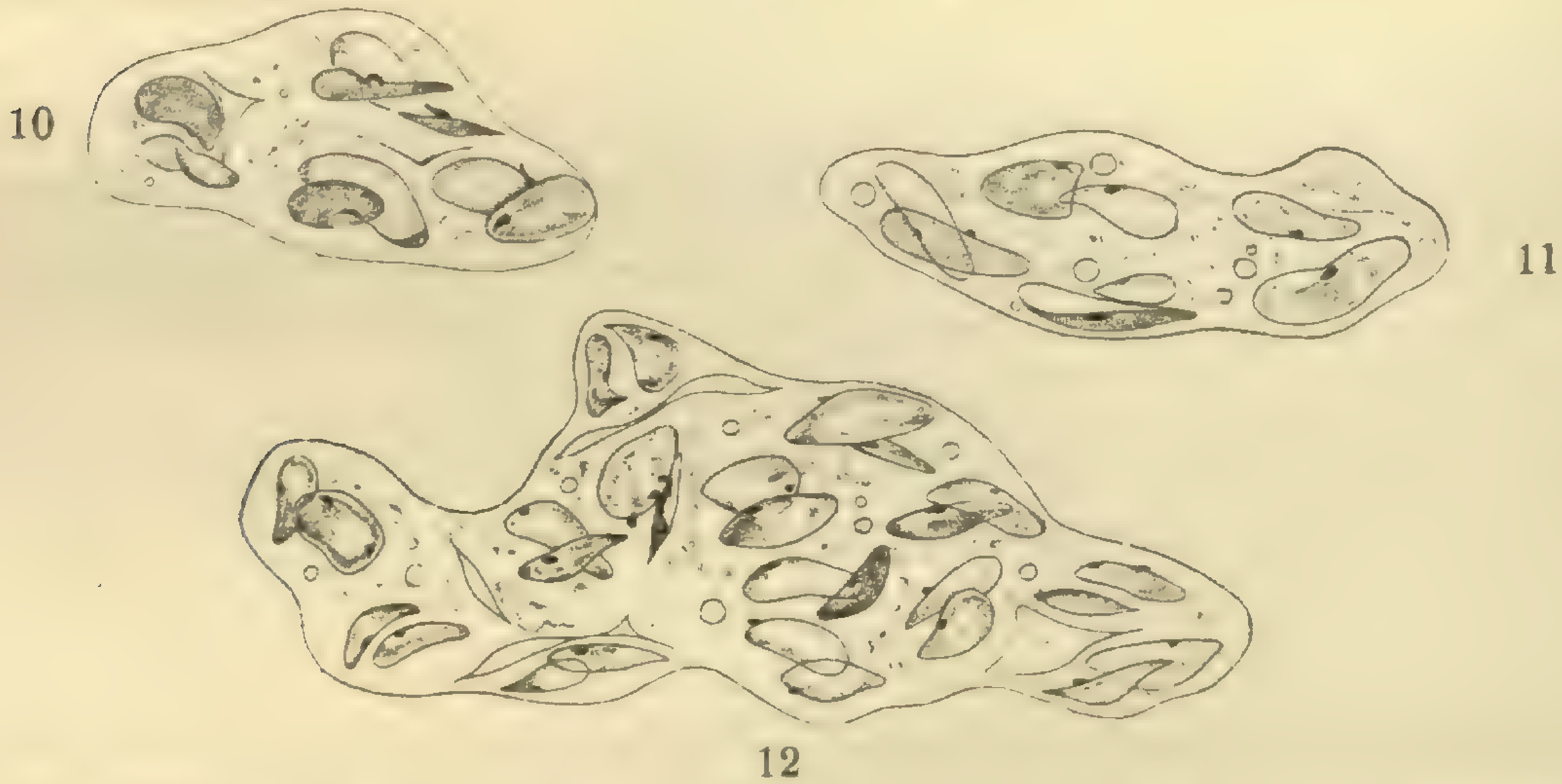
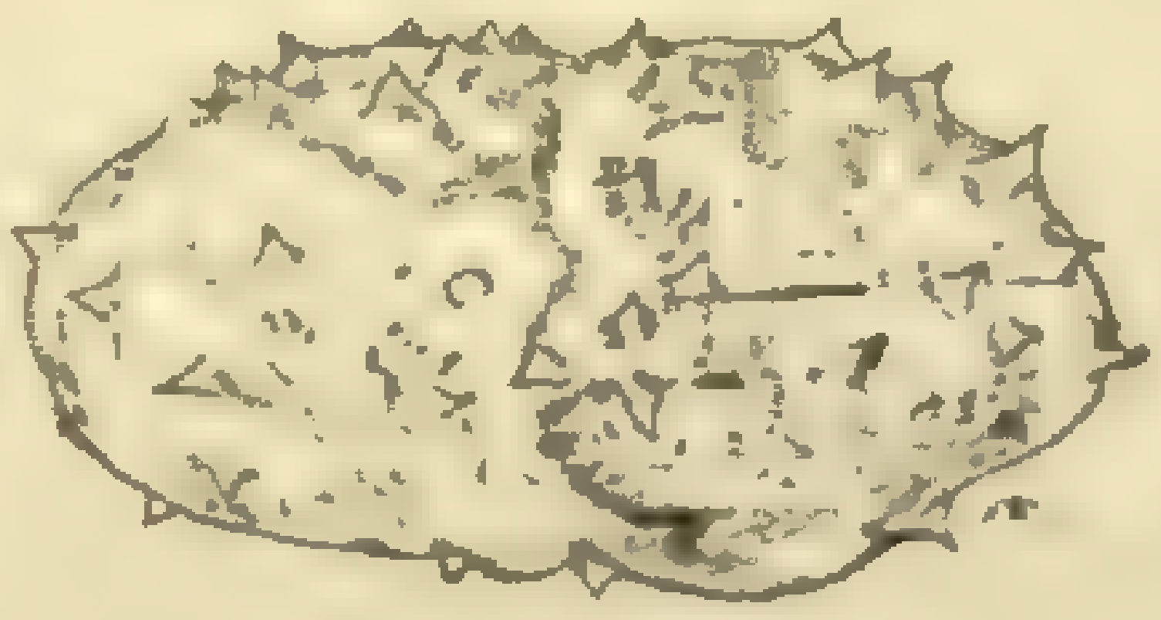


Abb. 10, 11. Ein diploides Plasmodium bestehend aus 4 Amoebo-Zygoten.
Abb. 12. Ein solches bestehend aus 14 Amoebo-Zygoten.
Alles Kombinationsfiguren in 700 × Vergrößerung.

Das Verhalten der zur Encystierung schreitenden Plasmodien war nicht gleich. Bei den Grünalgen bilden ja die kopulierten Gameten eine Dauerzygote und auch die einzelnen Amoebo-Zygoten lieferten schließlich nach kürzerer und längerer Zeit des Herumkriechens eine solche. Plasmodien, die nicht völlig fusioniert waren und nur mit zarten Plasmasträngen zusammenhingen, lösten diese Verbindungen und das Plasmodium bildete dann so viele Einzeldauerzygoten, als Amoebo-Zygoten vorhanden waren. Anders war es bei den Plasmodien, die zum größten Teile oder überhaupt ganz miteinander fusioniert waren. Die Teile davon, die nur durch Plasmabrücken in Zusammenhang standen, lösten sich ab und bildeten für sich Einzelzygoten. Der andere völlig fusionierte Teil oder völlig fusionierte Plasmodien überhaupt, zogen sich zu einem großen ellipsoidischen oder kugeligen Ballen zusammen, der im Gegensatz zu den oft großen Plasmodien durch Wasserabgabe auffallend klein wurde. Dieser Ballen encystierte sich nun in toto. Die regelmäßige Bestachelung aber war nicht schön vorhanden, stellenweise waren die Stacheln gehäuft, stellenweise fehlten sie ganz. Die derbe Membran zeigte oft unregelmäßige Wulste und Falten, die infolge der Fusion der sich kontrahierenden Protoplasten oft schraubig gedreht waren. Auch in diesen mehrkernigen Plasmodial-Zygoten erfolgte sehr bald tiefe Verfärbung einerseits durch Auftreten gefärbter Öle, wie auch durch direkte Verfärbung der derben Membran.



13

Abb. 13. **Dauerzygote aus einem Zygotenplasmodium hervorgegangen; die Stacheln nur stellenweise entwickelt.**

Sehr viele solcher Zygoplasmodien gingen recht bald und noch vor der Encystierung zugrunde, vielleicht infolge der Beobachtung, vielleicht waren sie von vorneherein weniger resistent als die einzelnen Amoebo-Zygoten, so daß eigentlich nur wenige dieser Plasmodialzygoten in ihrem weiteren Verhalten beobachtet werden konnten.

Die einfachen Zygoten keimten sehr bald. Es scheint die Annahme, daß Zygoten oder Dauerstadien von Grünalgen immer sehr langer Ruhezeiten bedürfen, nicht ganz und nicht immer zuzutreffen. Sie entließen vier Schwärmer.

Von den zur Beobachtung gelangenden Plasmodialzygoten keimten einige überhaupt nicht in der aufgewendeten Zeit. Zwei aber keimten, aus ihnen traten ebenfalls Schwärmer aus, die wie alle aus den Zygoten austretenden Schwärmer funktionell mit den direkt auskeimenden Makrozoosporen identisch waren. In welcher Weise aber sich die Plasmaportionen der einzelnen miteinander verschmolzenen Amoebo-Zygoten getrennt und wie sie die Reduktion vollzogen haben, ist unklar geblieben. Soweit es scheint, brachte die Fusionierung keine außerordentlicheren Störungen in diesen zwei Fällen mit.

Das war aber nicht der Fall bei einer dritten Plasmodialzygote, hier traten ebenfalls Schwärmer aus, aber die Schwärmer waren sehr abnorm: einige zeigten sich als unvollständig durchgetrennt, die Protoplasten hingen zusammen, und an zwei vorspringenden, im übrigen sehr nahestehenden Ecken saßen je zwei Geißeln, die Kerne waren aber deutlich getrennt. Daneben waren aber auch unregelmäßige, schwer zu orientierende Klumpen vorhanden, mit mehreren Chromatophoren und einer Menge von Geißelsätzen zu je zwei Geißeln. Wie diese Abnormitäten entstanden waren, ob vor oder nach der Reduktion, vermag ich nicht zu sagen. Die direkte Beobachtung ließ an diesen Ballen nur sehr wenig erkennen.

Diese Beobachtungen geben zunächst die Tatsachen wieder, daß amoeboide Stadien bei den Flagellaten weit verbreitet sind, und daß keine Flagellatenreihe davon eine Ausnahme macht. Damit ist auch für die *Volvocales* selbst die Möglichkeit amoeboider Formbildung nachgewiesen, nachdem Amoeboidie für die mit den Volvocalen so eng verbundenen Tetrasporalen bewiesen ist.

Für das Problem der Ableitung der Rhizopoden von den gefärbten Flagellaten, wie ich sie in einer zusammenfassenden Darstellung versuchte, speziell aber für das Verständnis einer merkwürdigen farblosen Amoebe, die mit Sicherheit eine farblose und amoeboid gewordene Chlamydomonadine ist, geben uns die vorstehenden Beobachtungen Handhaben. Nicht ohne Bedeutung ist aber die Tatsache der Existenz plasmodialer Zygotenfusionen, also diploider Plasmodien bei Flagellaten, für das Problem der Ableitung der Myxomyceten, deren vegetativer Zustand ja durch diploide Plasmodien charakterisiert wird. Darüber in der nachstehenden Abhandlung.

Zusammenfassung.

Bei einer *Chlamydomonas*art wurden Gameten nachgewiesen, die die Schwärmerform sehr bald aufgeben und zu kleinen Amoeben werden, die an ihren Chromatophoren und ihrem Stigma sehr leicht kenntlich waren und sich animalisch ernährten. In diesem amoeboiden Zustande erfolgt die Kopulation zu einer Zygote. Die Encystierung der Zygote erfolgt nicht sofort, die Zygote kriecht noch lange amoeboid umher, nimmt aber keine Nahrung mehr zu sich. Solche Amoebozygoten können fusionieren und mehrkernige diploide Plasmodien liefern, die, soweit beobachtet, über 31 solcher Amoebozygoten enthalten können. Auch sie encystierten sich und lieferten entweder normale Zoosporen oder abnorme Schwärmer.

Prag, Mitte Mai 1918.

44. A. Pascher: Über die Myxomyceten.

(Mit 15 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 24. Juni 1918.)

Ob die Myxomyceten zum Tierreiche oder Pflanzenreiche gestellt werden, überall nehmen sie eine isolierte Stellung ein. Unter den Rhizopoden behandelt, haben sie mit Amoeben, Heliozoen, Radiolarien, Foraminiferen eigentlich nur das nackte Plasma und damit animalische Ernährung und die Bewegung gemeinsam; ins Pflanzenreich gestellt, stehen sie eher wieder dadurch isoliert, obwohl sie durch ihren Generationswechsel hier mehr Parallelen haben. Mit vielen Gliedern beider Reiche haben sie aber den Besitz schwärmender Stadien mit Flagellatenorganisation gemeinsam. Daß sie aber bei der ausgesprochen pilzähnlichen Beschaffenheit ihrer Fruchtkörper von den Zoologen nicht gern behandelt werden, hat aber gerade deshalb doch einen besseren Grund als die „Konstante Bosheit“ der Zoologen, die LOTSY annimmt.

Keineswegs sind sie die primitiven Organismen, die man solange an den Grund des Pflanzenreichs stellte, das zeigt ihr Generationswechsel, der durch das Vorwalten der diploiden Phase an „höhere“ Organismen heranreicht. Daß auch die amoeboide Organisation, um deren Besitzes willen sie als primitiv angesprochen wurden, nichts primäres ist, sondern in allen bekannten Fällen abgeleitet ist, zeigte ich zusammenfassend in meiner Studie „Flagellaten und Rhizopoden in ihren gegenseitigen Beziehungen. (FISCHER Jena, 1917.)

So erscheinen die Myxomyceten nach jeder Hinsicht als abgeleitete Organismen und das Problem ihrer Herkunft tritt damit wieder mehr hervor.

Durch die klassischen Arbeiten JAHNs wurde der ganze Entwickelungscyklus der Myxogasteres geklärt: nach seinen Untersuchungen gehören ihre Plasmodien und die Fruchtkörper der diploiden Phase an, die Reduktionsteilung findet bei der Sporenbildung statt. So ist der Entwickelungslauf eines Myxogasteren folgender. Aus der keimenden Spore geht ein Schwärmer (eingeißelig) hervor, derselbe wird bald amoeboid und vermehrt sich durch Teilung. Solche Amoeben kopulieren paarweise und bilden Amoebo-Zygoten, die aber zeitlebens beweglich bleiben. Diese im Gegensatz zu den aus den Cysten entstandenen haploiden Amoeben durch Kopulation diploid gewordenen Amoeben, lassen wohl Kernvermehrung und damit Volumsvergrößerung eintreten, vor allem aber fusionieren sie reichlich miteinander; zufällig erreichte haploide Amoeben werden aufgenommen und verzehrt, durch eigenes Wachsum, wie durch immer wieder stattfindende Fusionen, entsteht das große Plasmodium, das dann zur Bildung der Fruchtkörper schreitet und in diesen unter Reduktionsteilung in den Sporen zur haploiden Phase zurückkehrt.

Charakteresierend, und darin stehen die Myxomycetes speziell die Myxogasteres, den anderen als Pflanzen angesprochenen Organismen scharf gegenüber, ist also, daß das vegetative Stadium in Form einer frei daliegenden, strömenden Plasmamasse — eine Anpassung an die animalische Lebensweise — verbracht wird, und ferner, daß dieses charakterisierende, vegetative Stadium in der diploiden Phase durchlaufen wird, der gegenüber die haploide (Sporen und die aus ihnen austretenden Schwärmer-Amoeben) Phase weit zurücktritt. Die ausgebildeten Fruchtkörper sind trotz interessanter Details nicht charakterisierend, obwohl sie systematisch fast ausschließlich verwertet werden, da sie die greifbaren Unterschiede zeigen; sie sind so wenig charakterisierend für die Phasenfolge, wie z. B. die Blüte bei den Samenpflanzen, die ja trotzdem das systematisch am meisten auswertbare Organ ist. Es deckt sich eben auch hier systematische Auswertbarkeit und genetisches Charakteristikum nicht.

Soll irgendein Ausgangspunkt für die Myxogasteres gefunden werden, denn sie machen schon durch ihre komplizierten Fruchtkörper und durch das Vortreten der diploiden Generation den Eindruck sehr abgeleiteter Formen, so müssen eben Tatsachen gesucht werden, die ihre wesentlichen Eigenheiten verständlich machen, sei es, daß sie Reste von Eigenheiten sind, die die Ausgangsreihe charakterisierten, sei es, daß sie Weiterentwickelungen sind von Zuständen, die bei den Ausgangsreihen nur gelegentlich vorkommen und dann dauernd geworden sind.

Die charakterisierenden Eigenheiten der Myxogasteres aber sind: monadoide Schwärmerstadien, als eingeißelige Flagellatenformen die Bildung des Vegetationskörpers in der Form nackter Plasmamassen (rhizopodiale Formbildung) also

amoeboide Stadien,
animalische Ernährung,

ferner die Tatsache, daß die Myxogasteres diploide Organismen sind, ihre charakterisierenden vegetativen Stadien, die Plasmodien, der diploiden Phase angehören.

Über die Möglichkeit eines Anschlusses der Myxogasteres nach unten, hat sich bereits DE BARY 1884 in seiner vergleichenden Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bacterien, S. 479, ausgesprochen. Er lehnt hier eine Verwandschaft mit den Chytridineen, mit welcher sie CORNU in Zusammenhang bringen wollte, ab. Und analog zu BÜTSCHLI, nach dem für die nackten Amoeben der wahrscheinliche Ausgangspunkt in jener Gruppe einfachster Organismen zu suchen ist, welche als Flagellaten zusammengefaßt sind, führt ihn die Betrachtung der Schwärmer (der Myxomycetes) zu der gleichen Annahme, denn diese haben in dem cilientragenden Stadium alle Eigenschaften einfacherer Flagellaten.

In diesem Sinne ist der Besitz von Schwärmern, die Flagellatenorganisation haben, ein wichtiges Moment. Nachdem, was wir von der Entwickelung der Algenreihen wissen, ist der Besitz von Flagellaten-artigen Schwärmern nur in dem Sinne zu verstehen, daß die Algen, trotzdem sie die phylogenetische Ausgangsorganisation in Anpassung an neue Ernährungsverhältnisse in ihrer vegetativen Ausbildung abgestreift haben, im Sinne der biogenetischen Grundregel, bei der Vermehrung wieder auf die Ausgangsform zurückgreifen. Die Algen gehen auf Flagellaten-Vorfahren zurück und haben deren Organisation noch an den Schwärmern beibehalten. Oft in minutiösester Weise behalten: die Grünalgen im engeren Sinne besitzen nur Schwärmer mit der Organisation der noch heute bestehenden Clamydomonadinen, mit denen gemeinsam sie auf eine Wurzel zurückgehen, die Heterokontae solche mit der Morphologie der Heterochloridales, die Dinophyceen besitzen Dinoflagellatenschwärmer. Wir können bei so vielen Algenreihen die Zusammenhänge mit entsprechenden Flagellatenreihen nachweisen, daß wir sie nur in phylogenetischer Deutung verstehen können. Und müssen auch dort eine phylogenetische Beziehung zu ursprünglichen Flagellatenorganisationen annehmen, wo sich völlig entsprechende Flagellatentypen nicht mehr finden, sei es, daß diese als solche verschwunden sind, sei es daß die Schwärmer, die eben nur mehr Propagationsmittel oder die Geschlechtsträger geblieben sind, morphologisch vereinfacht wurden. Was für die Algen gilt, konnte ich in gleicher Weise auch für sichere Flagellatendeszendenten nachweisen, die sich biologisch in anderer Richtung entwickelt haben und völlig zur animalischen Ernährung

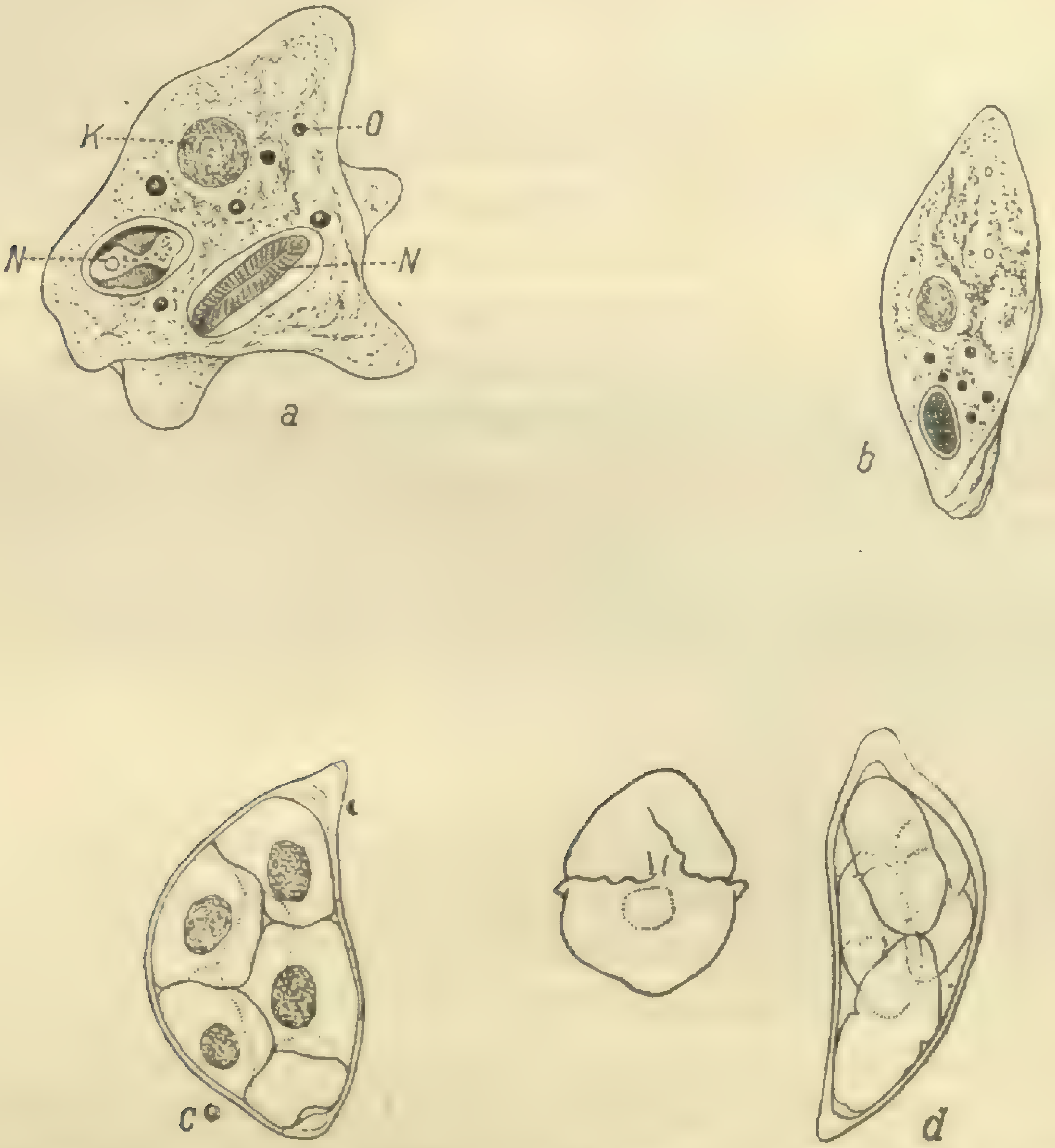


Abb. 1. *Dinamoebidium*, eine völlig amoeboid gewordene farblose Dinoflagellate. a. — b. im Beginn der Encystierung; c. d. Cysten mit geteilten Protoplasten, die Teilstücke wandeln sich in kleine *Gymnodinium*-artige Schwärmer e um. Original.

übergegangen sind. Wir kennen z. B. Amoeben, die unzweifelhafte Dinoflagellatendeszendenten sind, — sich durch Schwärmer vermehren, die völlig *Gymnodinium*-artig sind usw., und die diese Schwärmer, aus den Ruhestadien, aus den Sporen, bilden, genau so wie die Myxogasteres.

So ist die Tatsache, daß die Myxogasteres Flagellatenstadien als Schwärmer ausbilden, nicht bedeutungslos, wir müssen, wie bei den Algen und vielen rhizopodialen Organisationen, die noch nachweisbar mit Flagellatenreihen in Beziehung stehen, auch hier das Schwärmerstadium als das reduzierte (und vielleicht nur zu Propagationszwecken dienende) Flagellatenstadium auffassen, von dem die Myxogasteres ursprünglich ihren Ausgang nehmen. Daß dieses Stadium wirklich bereits sehr reduziert ist, leuchtet daraus hervor, daß die aus den Sporen austretenden Schwärmer der Myxogasteres sehr bald ihre Organisation verlieren und sich bald in kleine Amoeben umwandeln, ja, wie ich wiederholt sah, manchmal unter sonst Schwärmer bildenden Sporen, direkt als kleine Amoeben austraten.

Doch finden wir das auch bei den rhizopodialen Organisationen einzelner Flagellatenreihen, — einige dieser Organisationen bilden solche kurz schwärmende Flagellatenstadien noch aus den Cysten, — andere aber bilden aus den Cysten nur mehr selten Schwärmer, dafür aber meist schon direkt amoeboide Stadien aus.

Bei den Algen ist es möglich, eine große Übereinstimmung zwischen ihren Schwärmern und jenen Flagellatenreihen festzustellen, mit denen wir sie beginnen lassen. So sind Grünalgenschwärmer und Chlamydomonadaceen in vielen Fällen nicht zu unterscheiden, Heterokontenschwärmer sind völlig wie Heterochloridales gebaut, Dinophyceenschwärmer wie Gymnodinien beschaffen, Chrysophyceenschwärmer von Chrysomonaden nicht zu unterscheiden. In diesen Fällen ist die Morphologie der Schwärmer direkt für die Kenntnis der Verwandtschaft auswertbar. Das trifft für die heterotrophen Deszendenten der Flagellaten nicht zu; schon bei den zoosporinen Pilzen ist es unmöglich, die Morphologie der Schwärmer in diesem Sinne zu verwerten. Und auch die rhizopodialen Organisationen lassen nur bei noch enger Verwandtschaft mit den Flagellaten, diese aus den Schwärmern erkennen; viel länger bleiben da Cysten, Stoffwechselprodukte erhalten. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß bei Heterotrophen die Morphologie der Schwärmer mehr beeinflußt erscheint, als bei den Autotrophen, die oft lange und noch bei sehr vorgeschrittenen Typen charakteristische Flagellatendetails an ihren Schwärmern erhalten.

So ist es von vornherein unwahrscheinlich, daß uns die Morphologie der Myxogasteres-Schwärmer spezielle Anhaltspunkte geben wird für eine mögliche Einbeziehung einer bestimmten Flagellatenreihe.

Um so wertvoller ist die Tatsache, daß die bisherigen Angaben über die Cytologie der Myxomyceten, speziell ihrer Schwärmer, völlige Übereinstimmung ergeben hat mit den Flagellaten nicht nur inbezug auf die Geißelinsertion sondern auch im Kernbau und der Kernteilung. Sie stimmen darin völlig mit jenen Flagellaten überein, die in den Arbeiten HARTMANNs als Typus Ib nach ihrem Kern- und Geißelbau zusammengefaßt werden und sich völlig mit Typen wie Spongomonas und einzelnen Rhizomastiginen decken[1]).

So ist auch bei den Myxogasteres der Besitz flagellatenartiger Schwärmer nach vielen ganz analogen Fällen bei anderen zoosporinen Organismen im Sinne der biogenetischen Grundregel zu deuten, in dem Sinne, daß die Myxogasteres irgendwie auf Flagellatenvorfahren zurückgehen, die ihre letzten Spuren eben in den Schwärmern kenntlich machen.

Dieser Schluß wird dann eine größere Berechtigung haben, wenn wir nachweisen können, daß Flagellatenreihen tatsächlich, ob vorübergehend oder dauernd, rhizopodiale Organisationen ausbilden können, die sich demnach animalisch ernähren, amoeboid werden und das Flagellatenstadium allmählich soweit reduzieren, daß es nur mehr als rudimentärer Rest in der Form der Schwärmer auftritt und damit die Funktion der Verbreitung übernommen hat.

Ich habe dem Problem der rhizopodialen Formbildung der Flagellaten eine Reihe von Untersuchungen gewidmet und alle Resultate in der Abhandlung: Flagellaten und Rhizopoden in ihren gegenseitigen Beziehungen — Versuch einer Ableitung der Rhizopodeen — (FISCHER, Jena 1917) zusammengefaßt. Auf diese Zusammenfassung sei hier verwiesen.

Rhizopodiale Stadien sind bei den Flagellaten weit verbreitet, alle gefärbten und farblosen Flagellatenreihen können sie ausbilden und in allen Übergängen von gelegentlich gebildeten rhizopodialen Organisationen bis zu völligen Daueramoeben, die das Flagellatenstadium auch nicht mehr als Propagationsmittel bilden, sondern ihre Zugehörigkeit zu einer Flagellatenreihe nur mehr aus dem Stoffwechselprodukte oder den Cysten erkennen lassen, lassen sich finden. Rhizopodiale Organisationen sind für Flagellatenreihen nachweisbar, die beliebig die rhizopodiale mit der monadoiden Form vertauschen können und solche, die das Flagellatenstadium nurmehr als gelegentliche Schwärmer ausbilden. Und hier sind es wieder jene Fälle, die für die Myxogasteres bedeutsam sind, die dieses Flagellatenstadium nurmehr aus den Ruhestadien der Sporen ausbilden. Als Beispiel sei *Dinamoebidium* erwähnt, eine völlig farblose Amoebe, die gelegentlich zweihörnige, echte Peridineencysten ausbildet, in denen vier bis acht völlig *Gymnodinium*-artige Schwärmer entstehen, die nach kurzer Schwärmzeit wieder zu Amoeben werden. *Dinamoebidium* ist demnach nur als völlig amoeboid gewordene Dinoflagellate zu verstehen.

---

[1]) Ich bin meinem Kollegen Herrn Prof. HARTMANN für diese Auskünfte herzlich dankbar.

Darnach ist es Tatsache, daß bei den Flagellaten Organisationen vorkommen, die das Charakteristische der Myxogasteres-Organisation: vegetativer Körper in der Form nackter, strömender Plasmamassen, also amoeboide Formen mit animalischer Ernährung vorkommen, sogar in solcher Ausbildung, wie sie für die Myxogasteren charakteristisch ist, daß aus den Cysten austretende, flagellatenartige Schwärmer dauernd amoeboid werden.

Charakteristisch für die vegetativen Stadien der Myxogasteres ist aber die Plasmodienbildung. Es ist nun bedeutsam, daß plasmodiale Vereinigungen, ja echte Fusionsplasmodien ausgesprochenster Form in einzelnen Flagellatenreihen vorkommen.

Filarplasmodien, solche, bei denen die Einzelamoeben nur mit feinen Rhizopodien im Zusammenhang stehen, sind ja schon bei kolonialen Flagellaten vorhanden: *Volvox*, dessen Einzelindividuen ja auch nach Art von Filarplasmodien untereinander in Verbindung stehen. Solche Filarplasmodien finden sich auch bei rhizopodial gewordenen Flagellaten: *Chrysidiastrum*, von LAUTERBORN entdeckt, mehr linear entwickelt, *Chrysarachnion*, relativ große Netze bildend, sind solche Filarplasmodien; beide echte Chrysomonaden.

Nun sind es aber Fusionsplasmodien, die die charakteristischen vegetativen Stadien der Myxogasteres bilden. Auch solche echte Fusionsplasmodien, echt sowohl in der Morphologie, wie auch in ihrer Entwicklung, finden sich bei Flagellatenreihen. Ich sehe hier von der seltsamen *Chlamydomyxa*, die ebenfalls ein Plasmodium ist und von HIERONYMUS wie auch von PENARD studiert wurde, deshalb ab, weil gerade dieser Chromatophoren führende Organismus in seiner Stellung nicht ganz sicher ist. Dafür bietet nun *Myxochrysis*, eine fusionsplasmodiale Chrysomonade, so viel Übereinstimmung mit den Plasmodien der Myxogasteres, daß eine nähere Besprechung dieses Organismus notwendig erscheint.

Dieser Organismus lebt am Grunde stehender, mit *Chara* bewachsener Gewässer, hat die Form einer großen Amoebe, die mit einer dicken, braunen Hülle umgeben ist. Er sieht einer großen *Pelomyxa* ähnlich. Der Plasmainhalt hat merkwürdigerweise zahlreiche, kleine, gelbbraune Chromatophoren, meist zu mehreren in kettenartigen Verbänden, zahlreiche kleine kontraktile Vakuolen, viele Leucosinbällchen und zahlreiche relativ leicht sichtbare Kerne. Also ein typisches Plasmodium Diese plasmodialen Organisationen nehmen mittels großer Pseudopodien, die bruchsackartig die derbe Hülle sprengen, reichlich animalische Nahrung auf (Algen und Flagellaten). Die Bewegungpseudopodien durchbrechen die Hülle nicht, hier wölbt sie sich mit vor. Oft schnüren sich solche Bewegungspseudopodien an der Basis ab,

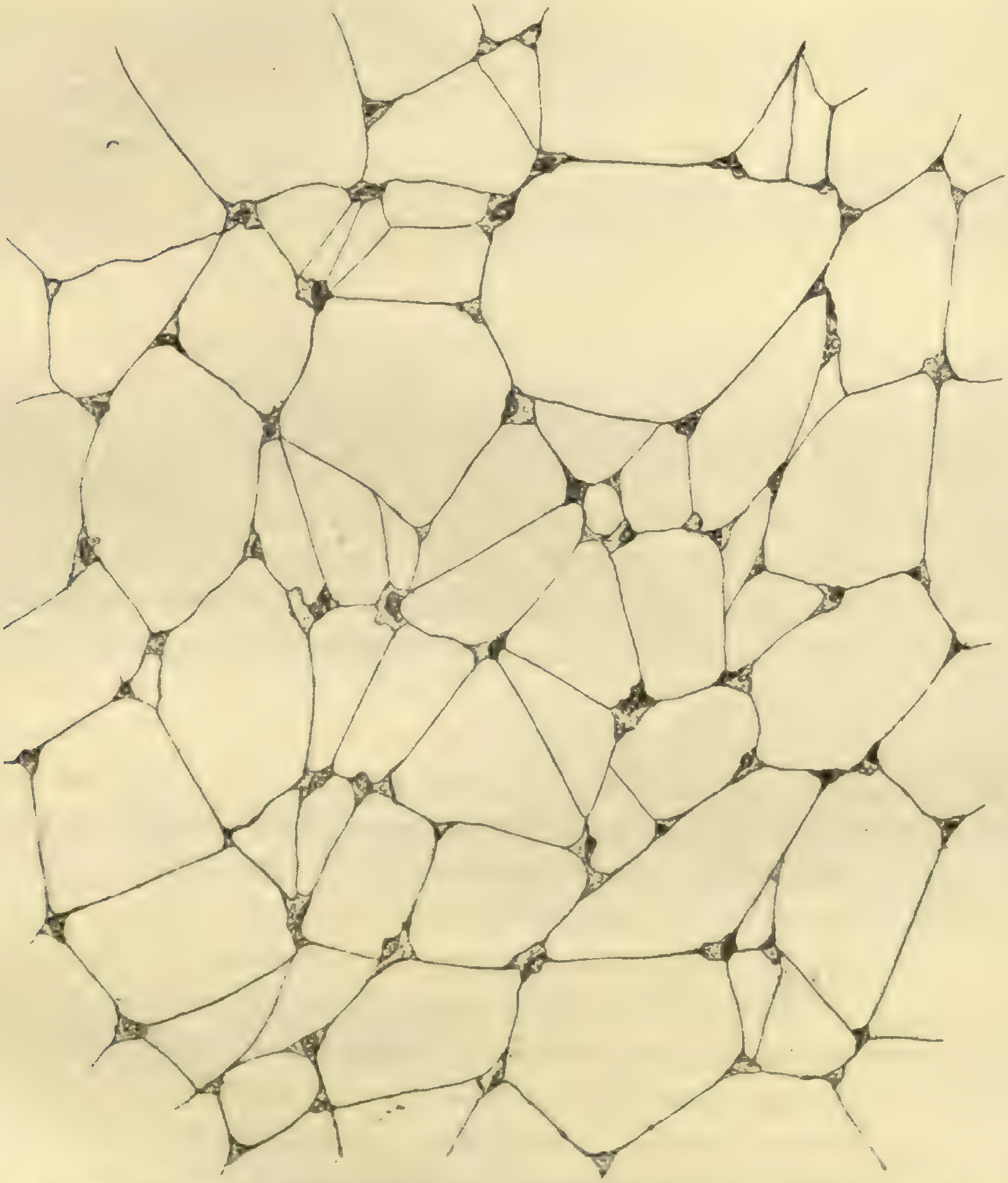


Abb. 2. *Chrysachcrion insidians*, eine rhizopodiale Chrysomonade, die Filarplasmodien bildet. An den netzartig verbundenen Filopodien bleiben Bakterien und kleine Flagellaten kleben, die verdaut werden.

die Plasmodien fragmentieren und zerfallen dann völlig in mehrere kleine Teilplasmodien. Andererseits aber können solche Plasmodien untereinander fusionieren.

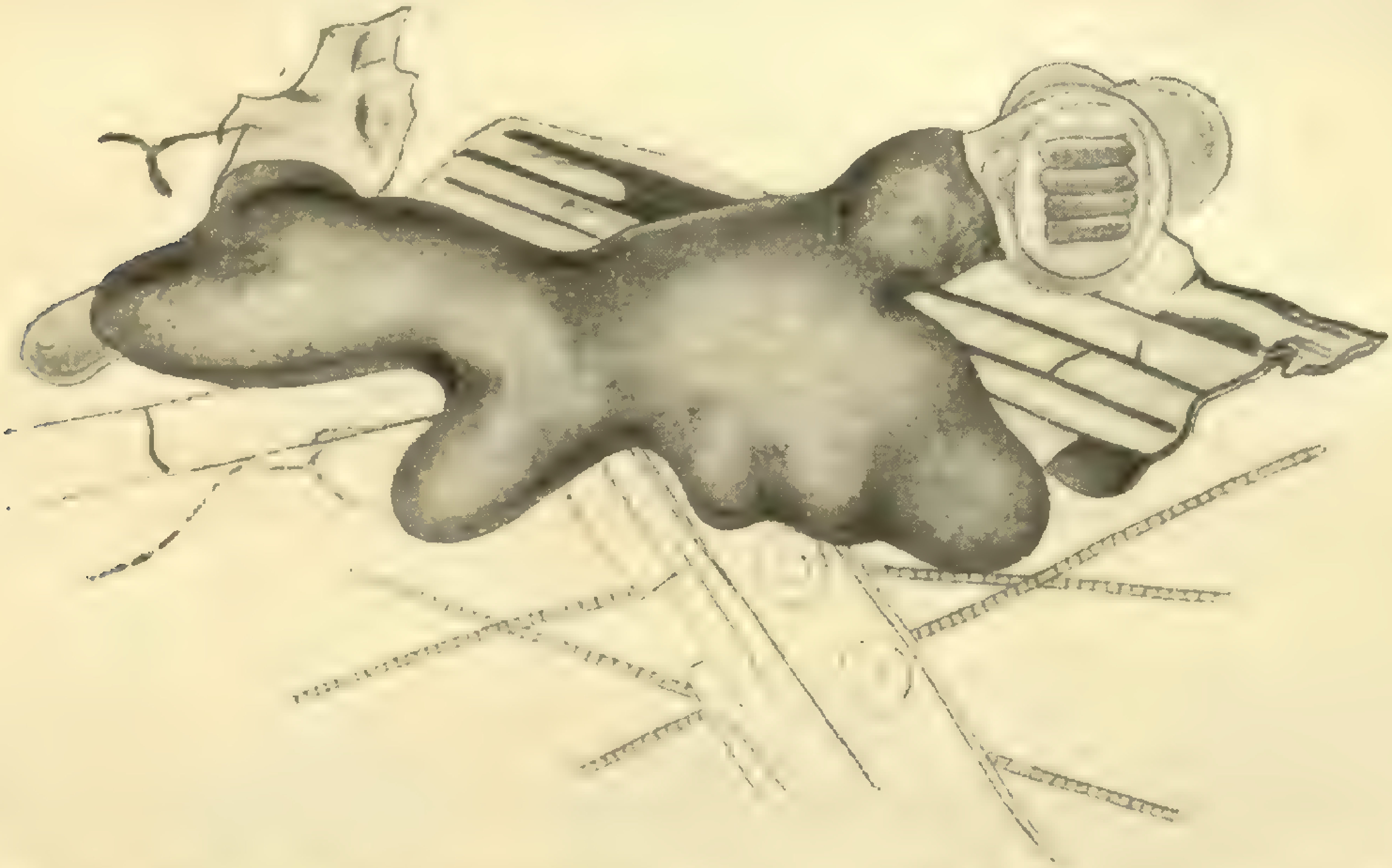


Abb. 3. *Myxochrysis*, eine Fusionsplasmodien bildende Chrysomonade, mit derber Hülle; die Ernährungspseudopodien, rechts oben ein *Scenedesmus* aufgenommen, durchbrechen die Hülle; die Bewegungspseudopodien durchbrechen die Hülle nicht.

Daneben gibt es auch noch eine andere Vermehrung. Oft stellen diese Plasmodien ihre Bewegung ein und erstarren förmlich. Dann zieht sich der Inhalt von der erstarrten Hülle zurück und zerklüftet sich in einzelne kleine Portionen, die sich abrunden und von einander isolieren. Dann umgeben sich diese Teilstücke, die meist mehrere Kerne, oft auch mehrere Chromatophoren haben

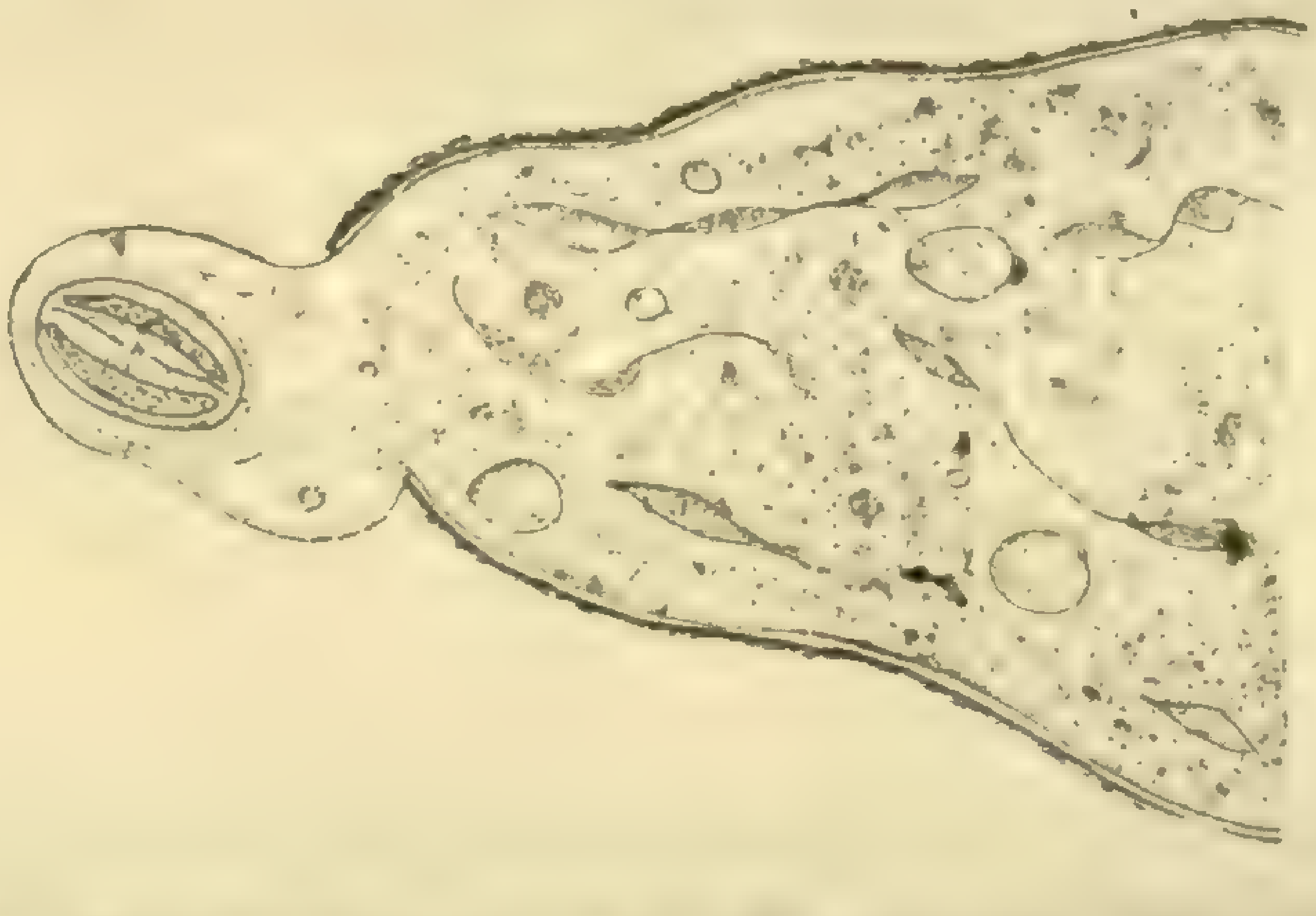
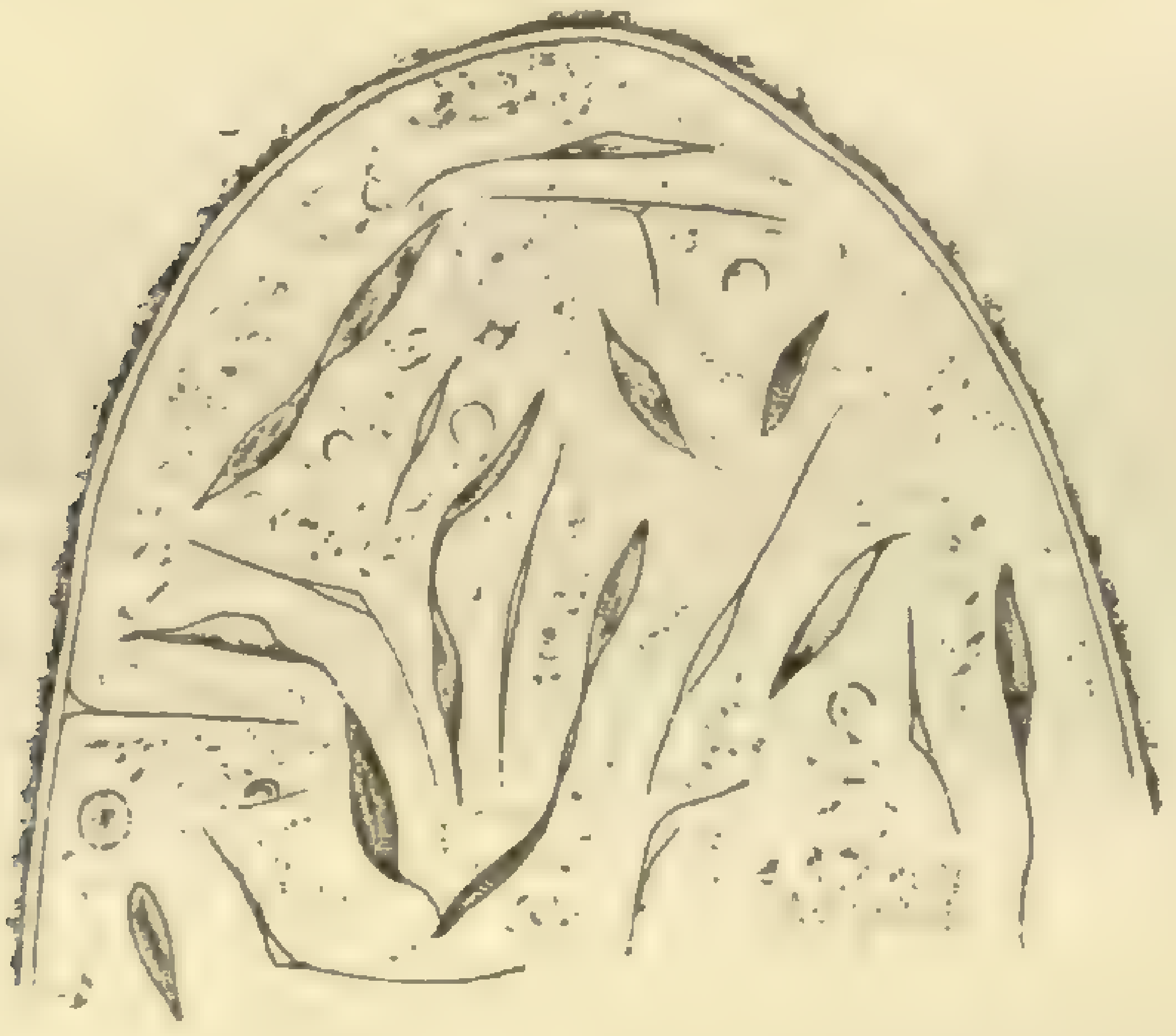


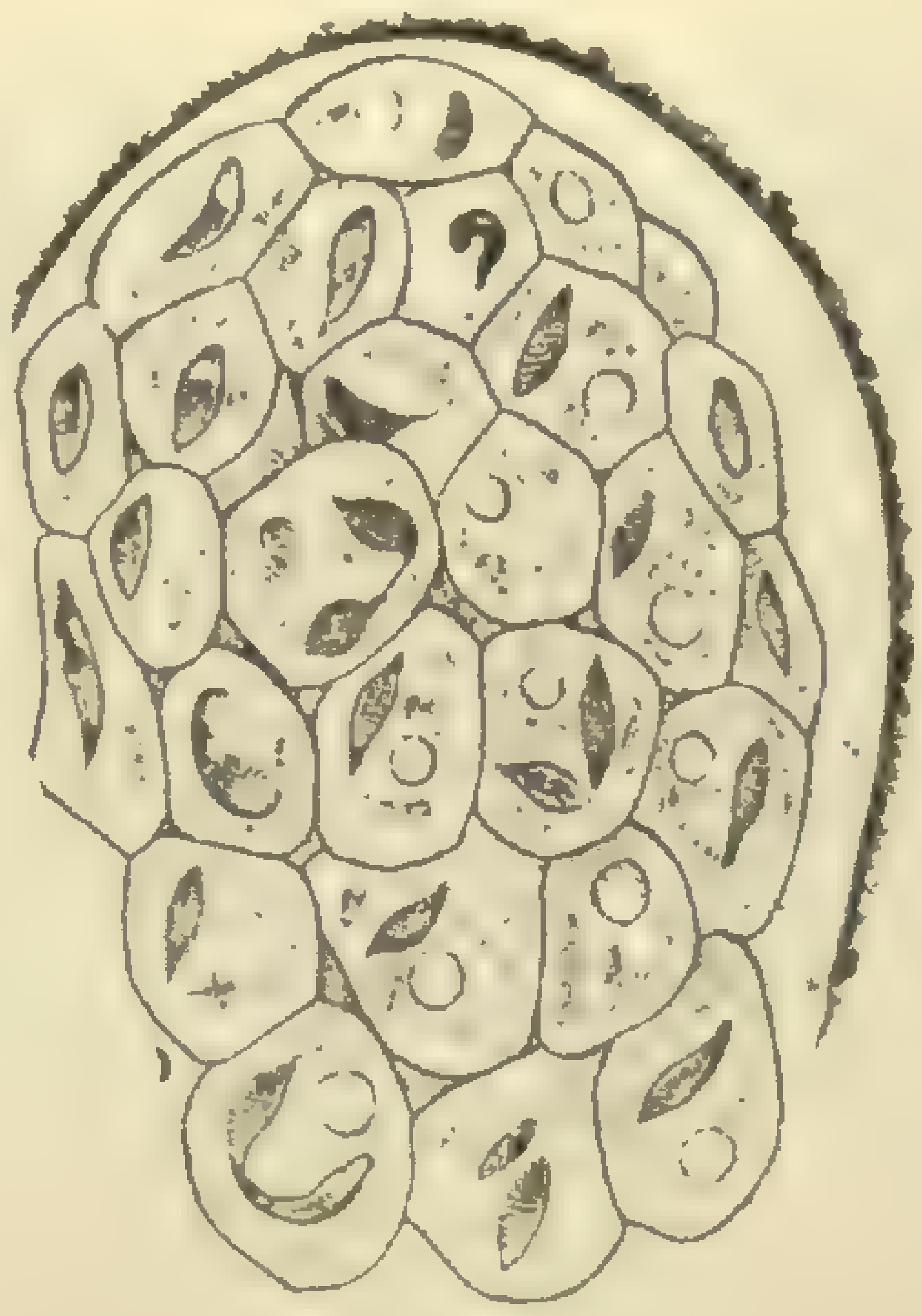
Abb. 4. Optischer Flächenschnitt an *Myxochrysis* (kombiniert) zahlreiche pulsierende Vakuolen; zahlreiche kleine, oft zu mehreren kettenartig verbundenen Chromatophoren; Leukosinballen und zahlreiche kleine, deutlich granulierte Kerne.

oder auch ganz farblos sind, mit einer derben, braunen Haut, es bilden sich innert der Plasmodienhülle zahlreiche, derbhäutige Cysten. Die Plasmodienhülle zerbricht, die Cysten werden frei. In diesen frei gewordenen Cysten erfolgen, falls mehrere Kerne da sind, weitere Zerklüftungen, bis so viel Portionen als Kerne da sind, dann bilden sich aus ihnen Schwärmer mit einer Geißel, die farblos oder gefärbt sind, je nachdem sie einen Chromatophoren mitbekamen oder nicht. Oder aber der Inhalt der Cyste tritt als kleine, oft bereits mehrkernige Amoebe heraus, zu welchen sich auch alle Schwärmer mit der Zeit umwandeln.

Solche Schwärmer oder mittelbar wie unmittelbar gebildete Amoeben können aber auch so gebildet werden, daß sich die durch Zerklüftung entstandenen Teilstücke nicht erst encystieren, sondern direkt in Schwärmer oder Amoeben umwandeln, die aber im Übrigen mit den aus den Cysten gebildeten gleiche weitere Entwickelung haben. Ob die Amoeben, direkt oder von Schwärmern gebildet wurden, ob sie aus Cysten hervorgingen oder ohne solche direkt aus dem Plasmodium entstanden, immer erfolgt eine ausgiebige Vergrößerung durch reiche Kernteilung und Plasmavermehrung, es werden kleine Plasmodien mit viel Kernen, Vakuolen und ev. Chromatophoren aus ihnen, die farblos oder gefärbt sind, je nachdem das Ausgangsstadium Chromatophoren besaß oder nicht. Die hauptsächlichste Vergrößerung kommt aber dadurch zustande, daß größere oder kleinere plasmodiale Stadien oder auch einzelne Amoeben miteinander verschmelzen, nicht nur unter sich, sondern



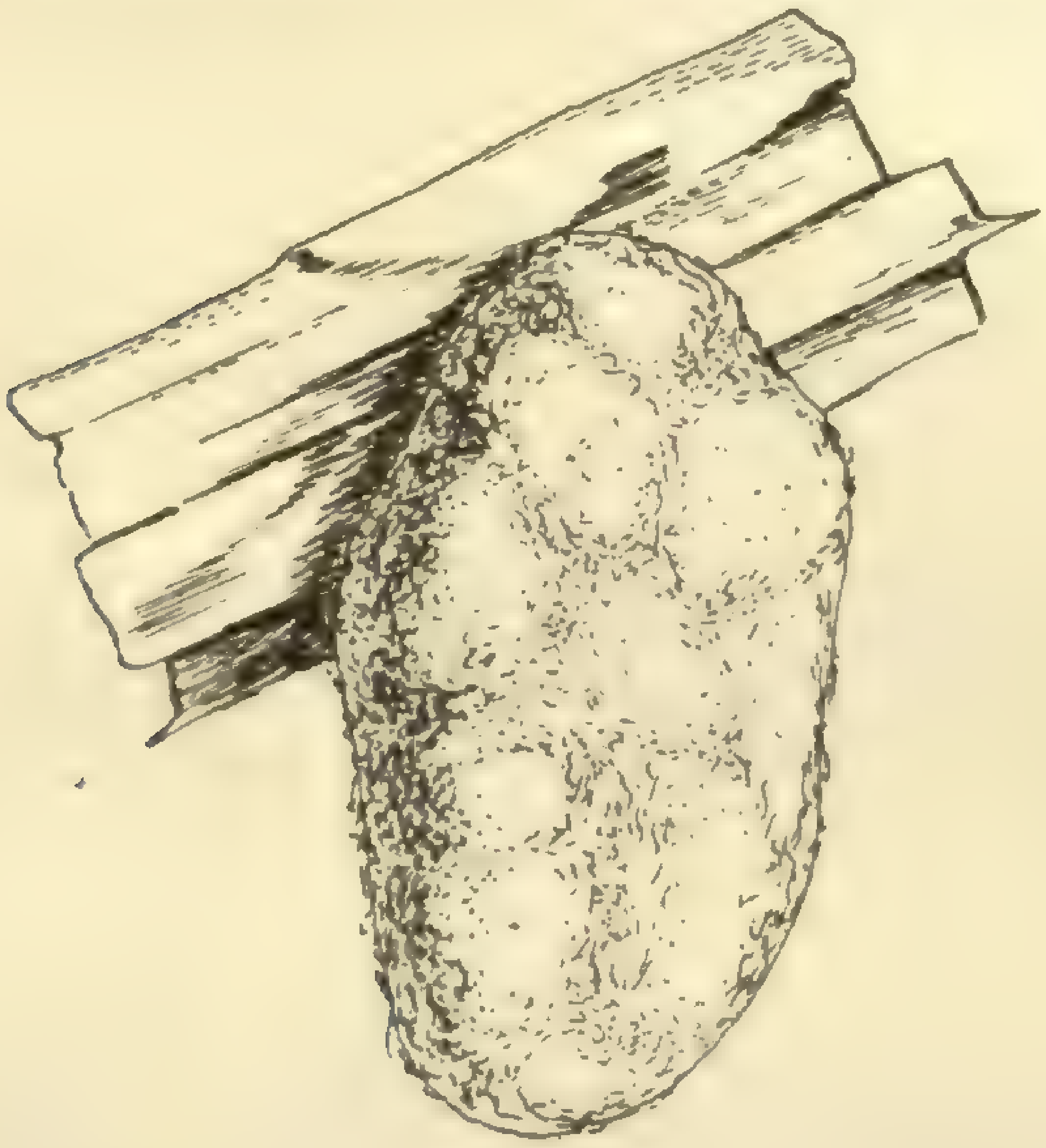
5



6

Abb. 5. Beginnende Zerklüftung der Protoplasten von *Myxochrysis*.
Abb. 6. Der Protoplast wird in zahlreiche ein, oder mehrkernige Teilstücke, mit oder ohne Chromatophoren zerlegt.

auch mit Fragmentationen älterer Plasmodien und mit solchen selbst, so daß große Plasmodien in verschiedener Weise zusammengesetzt sein können. Dann bildet sich auch die charakteristische Hülle aus. Schließlich wachsen die Plasmodien bis fast zu 1 mm heran und beginnen von Neuem.


7

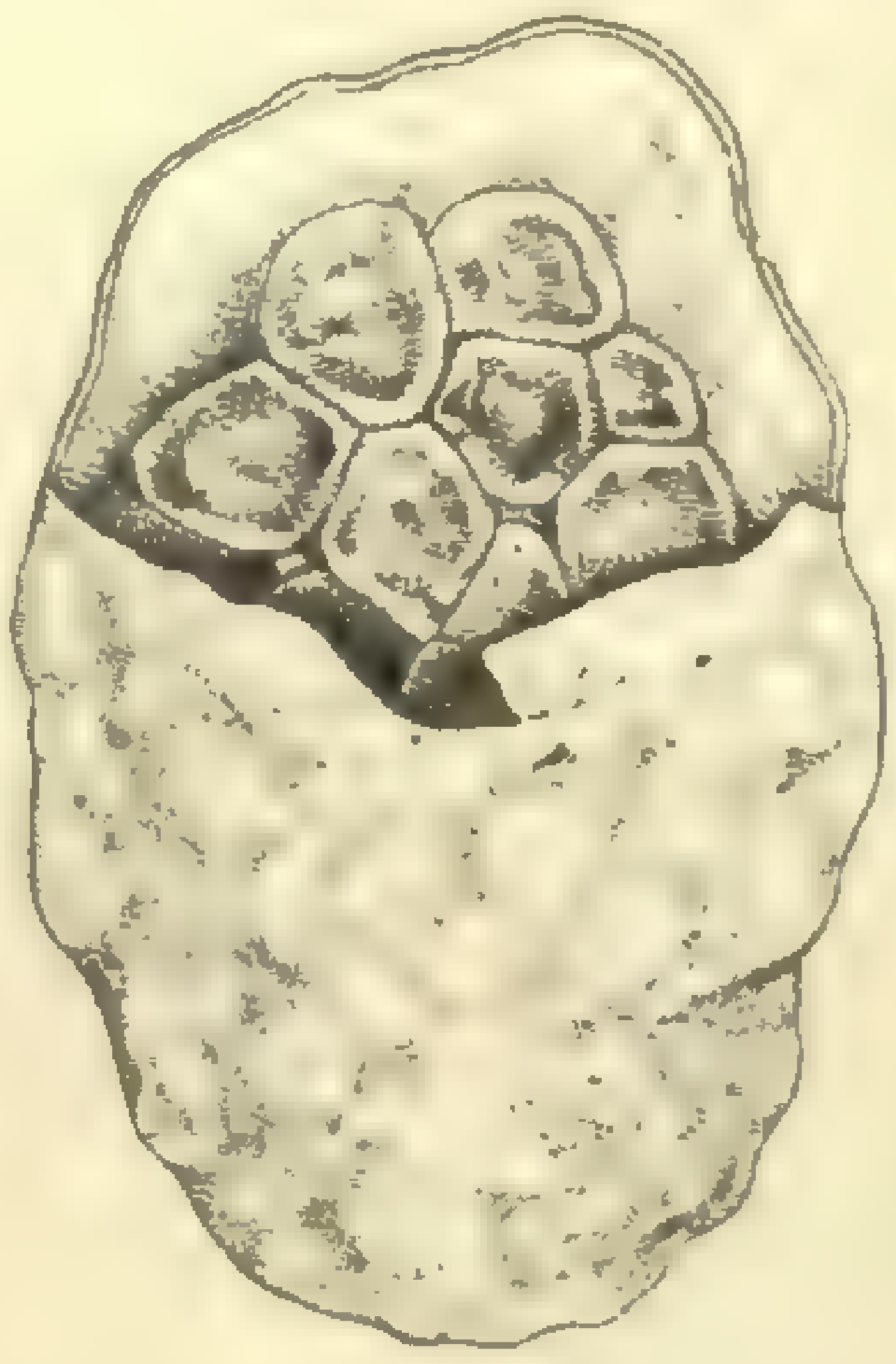

8

Abb. 7. Encystiertes Plasmodium von *Myxochrysis* von außen.
Abb. 8. Encystiertes Plasmodium teilweise aufgebrochen; die Dauercysten im Innern, — die durch Encystierung der Teilstücke der Protoplasten entstanden sind, deutlich sichtbar.

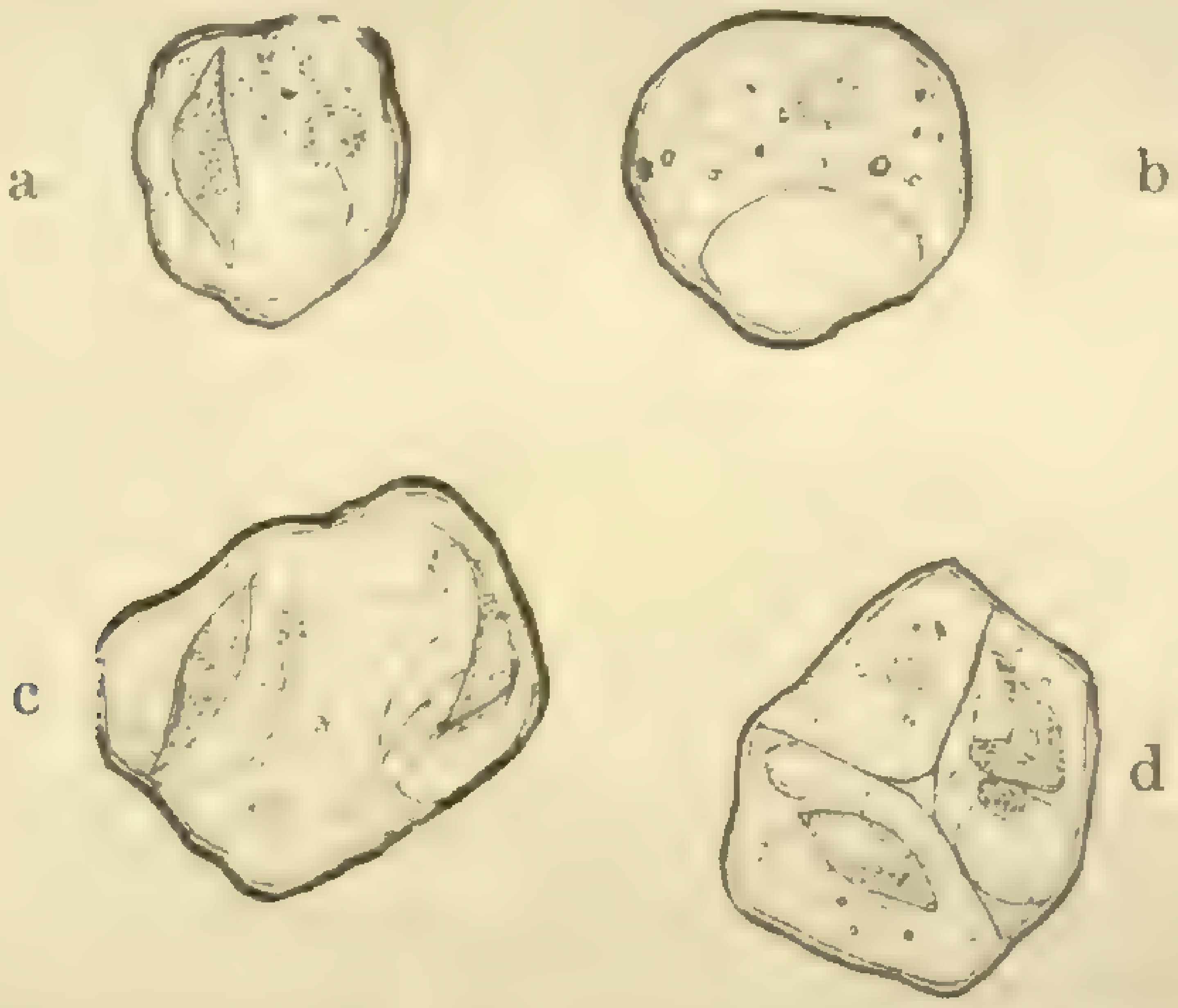


Abb. 9. Solche Dauercysten im optischen Flächenschnitte: a. mit einem Kern und einem Chromatophoren, b. ohne Chromatophoren, c. mit mehreren Kernen und mehreren Chromatophoren, d. der Inhalt einer solchen Cyste in Teilung; ein Teilstück ohne Chromatophor.

Was dieser Organismus nun mit dem Myxogasteres gemeinsam hat, ist das charakteristische vegetative Stadium: das Fusionsplasmodium. Fragmentation und Fusion erfolgt in gleicher Weise, wie auch der ganze Vorgang der Cystenbildung innert des erhärteten Plasmodiums lebhaft an die Plasmodiokarpienbildung erinnert. Ferner ist gemeinsam, daß in beiden Fällen die Schwärmer nur aus den Ruhestadien gebildet werden.

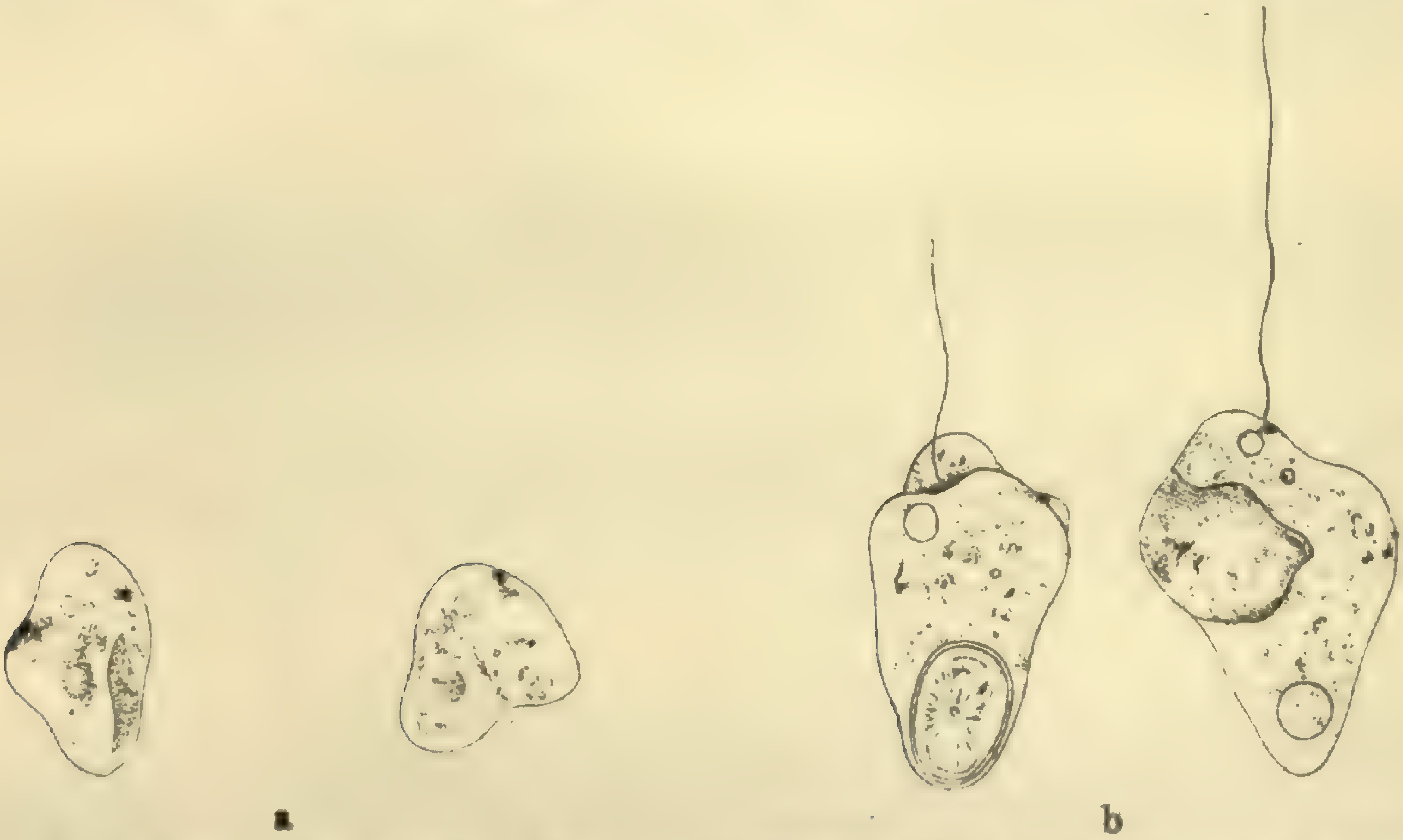


Abb. 10. a. aus den Cysten direkt hervorgegangene Amoeben (teils farblos, teils mit Chromatophoren, b. aus den Cysten hervorgegangene Schwärmer mit oder ohne Chromatophoren, die sich bald in Amoeben umwandeln.

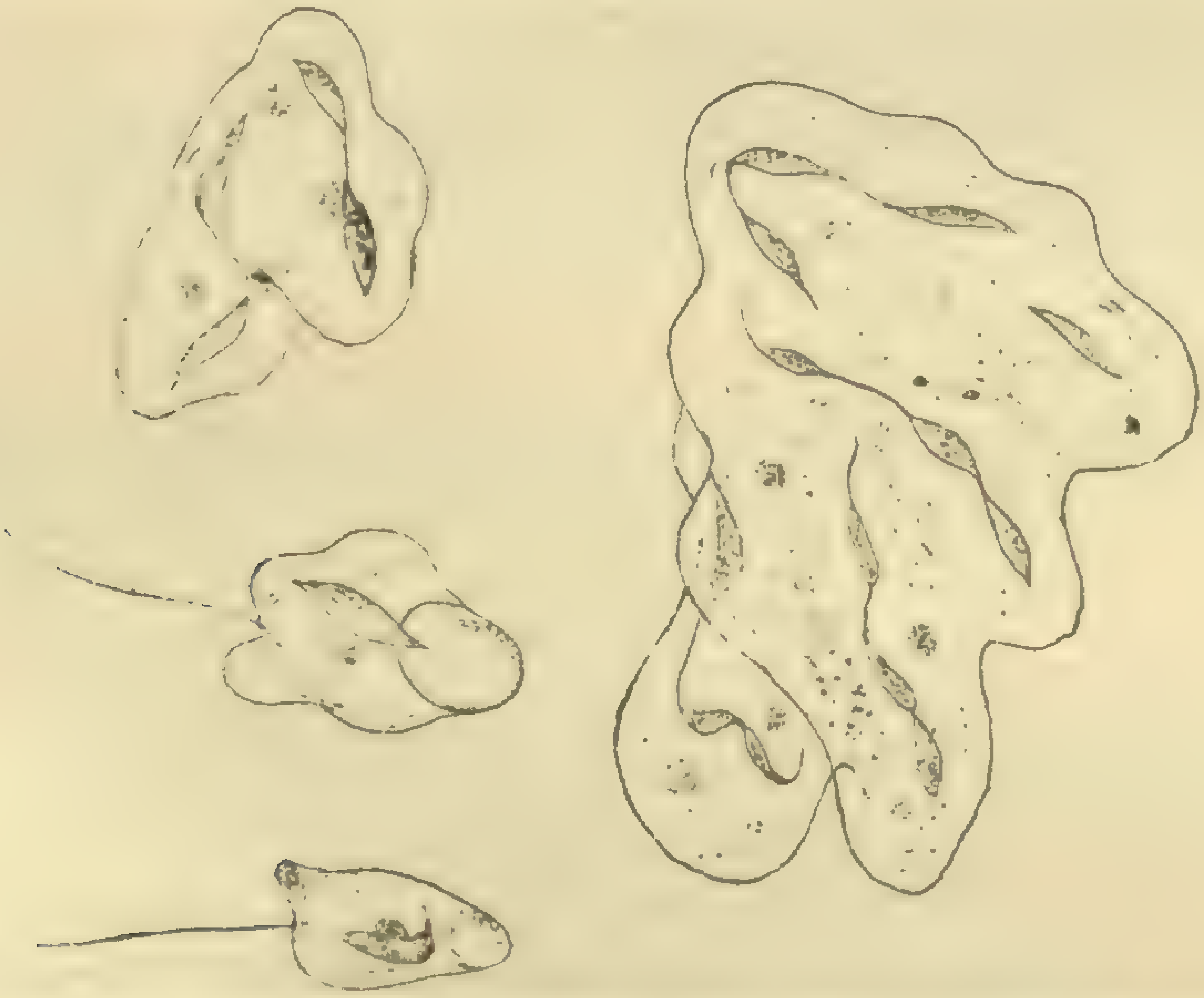


Abb. 11. Bildung kleiner Plasmodien aus Schwärmern; die Vergrößerung der Plasmodien erfolgt teils durch eigene Kern- und Plasmavermehrung, teils durch Fusion mehrerer Plasmodien.

Dieses Vorkommen charakteristischer Fusionsplasmodien bei den Flagellaten ist für unsere Frage von Bedeutung. Wozu noch der

Umstand kommt, daß speziell *Myxochrysis* sehr schön zeigt, wie völlig farblose Plasmodien zustande kommen. Nicht nur, daß die Chromatophoren bereits klein sind und offenbar bereits in Reduktion begriffen sind, was auch daraus hervorgeht, daß sie sich nicht mehr völlig durchteilen, sondern kettenförmig aneinanderbleiben — sondern auch dadurch kommen farblose Plasmodien zustande, daß bei der Bildung der Schwärmer oder Amoeben oft mehr Teilstücke aus dem Plasmodium gebildet werden, als Chromatophoren vorhanden sind, so daß auch bereits farblose Schwärmer oder Amoeben den Ausgang für die Plasmodien bilden.

Dennoch besteht eine tiefe Kluft zwischen den *Myxochrysis* und den Myxogasteres-Plasmodien. *Myxochrysis* hat, wie alle Chrysomonaden, nach unserer derzeitigen Kenntnis keine geschlechtliche Fortpflanzung — ihre Plasmodien sind haploid —; bei den Myxogasteres sind die Plasmodien durch Fusion kopulierter Amoeben entstanden, — sie sind diploid.

Doch hier gibt es Vermittelung. Zunächst kennen wir eine Amoebe, die im vegetativen Stadium garnicht haploid, sondern, trotzdem sie wie eine gewöhnliche Amoebe aussieht, diploid ist. Es gibt also neben haploiden Amoebengattungen auch diploide, ein sicherer Fingerzeig dafür, daß das was wir als Amoeben bezeichnen, phylogenetisch sehr buntscheckig ist.

Solche diploide amoeboide Stadien kommen auch sonst noch vor. Bei den Grünalgen sind hier und da die Schwärmer völlig amoeboid. Solche amoeboide Schwärmer hat *Aphanochaete Pascheri* Heering, bei *Tetraspora Stigeodonium* kommen solche vor. Ich konnte für sie sogar animalische Ernährung nachweisen. Aber nicht nur vegetative, direkt auskeimende Schwärmer können amoeboid sein, auch kopulierende Gameten. So zeigte KLEBS, daß die Gametozoosporen von *Draparnaudia* amoeboid kopulieren, ich konnte dies wiederholt bestätigen, ja sie ernähren sich indes oft reichlich animalisch. Oft sind die Kerne allem Anscheine nach bereits verschmolzen und noch kriecht die Zygote, die an ihren zwei Chromatophoren, den zwei Augenflecken leicht zu erkennen ist, noch als Amoebe umher, um sich später zu encystieren.

Hier ist also ebenfalls, wenn auch nur vorübergehend, eine diploide Amoebe gebildet.

Ich konnte nun wiederholt, speziell bei meinen Studien, über die Schwärmer einiger Grünalgen — Stuttgart 1907 — bei denen ich lange *Draparnaudia* studierte, beobachten, daß solche amoeboide Zygoten, also diploide Amoeben wieder miteinander fusionierten, miteinander verschmolzen und so tatsächlich diploide plasmodiale Vereinigungen, allerdings in geringer Größe aus 3—4 Zygotenamoeben, oder mit 3—4 diploiden Kernen, bestehend.

Die Existenz solcher diploider, wenn auch nur vorübergehender Plasmodien, bei Flagellatendeszendenten, und solche sind ja auch die Grünalgen, ist Tatsache.

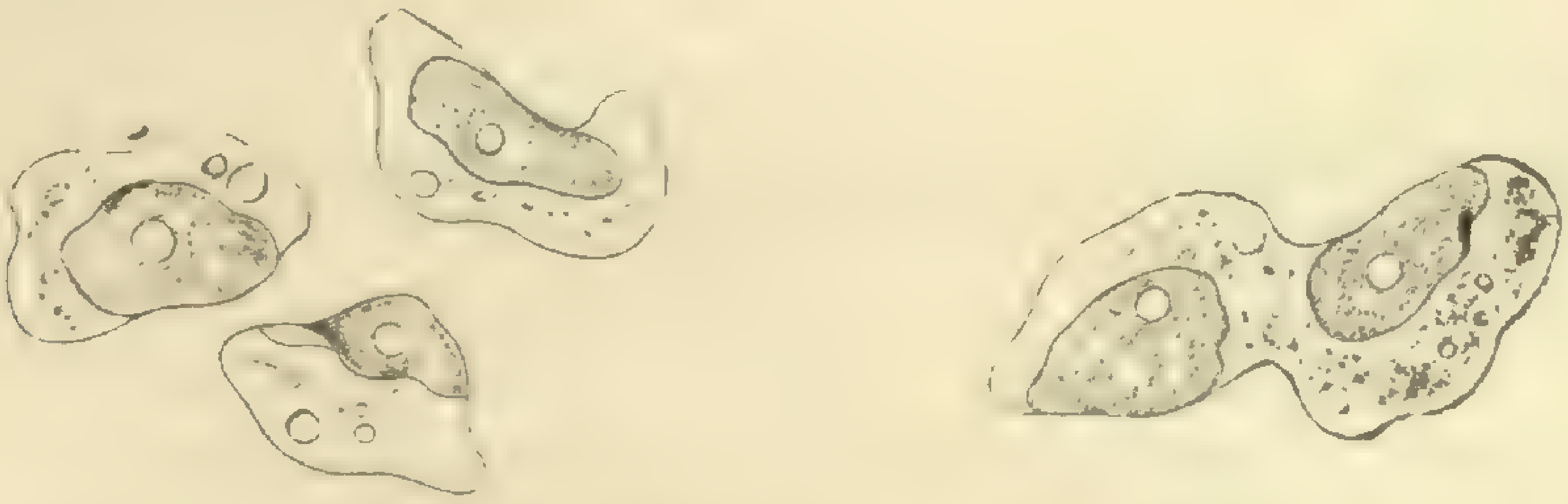


Abb. 12. a. amoeboide Gametozoosporen von *Chlamydomonas* spez. b. beginnende Kopulation derselben.

Viel ausgesprochener war dies der Fall bei einer Flagellate, einer *Chlamydomonas* (Chlamydomonadine). Diese bildete normaler Weise vier vegetative oder 8 sexuelle Schwärmer aus einer Zelle. Letztere wurden sehr bald amoeboid und kopulierten so. Die Zygoten wanderten lange als diploide grüne Amoeben herum, bevor sie sich encystierten. Oft aber fusionierten solche Zygoten, und solche Fusionen wieder mit anderen, bis schließlich ziemlich große Fusionsplasmodien gebildet wurden, die diploid waren. An der Zahl der Augenflecke und der Chromatophoren ließ sich dann leicht ablesen, wie viele Zygoten fusioniert waren; ich zählte einmal 62 Chromatophoren, demnach bestand dieses Zygoten-Fusionsplasmodium aus 31 fusionierten diploiden Amoebozygoten.

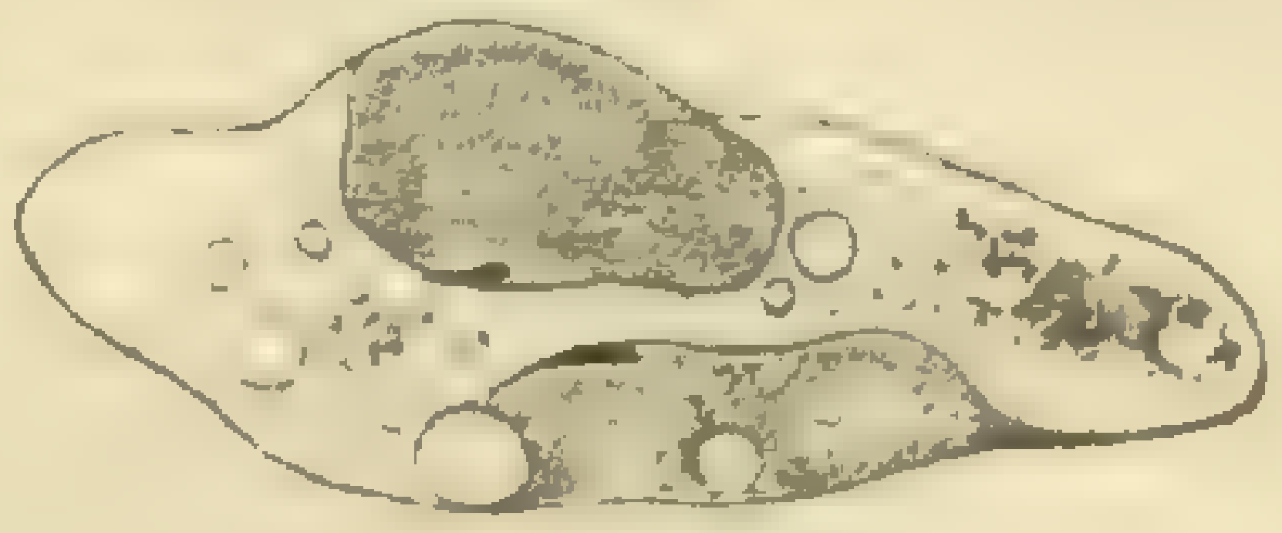
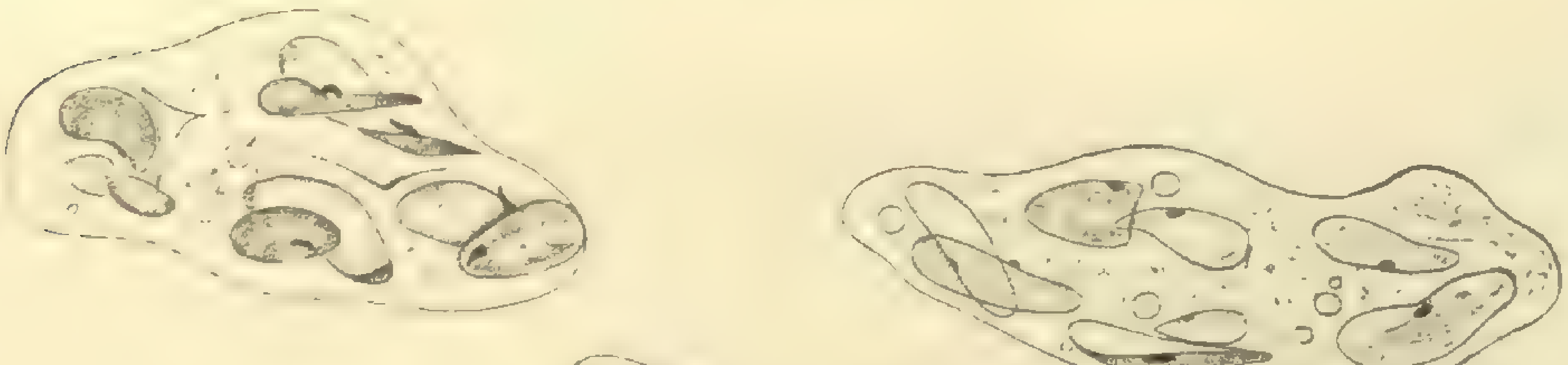


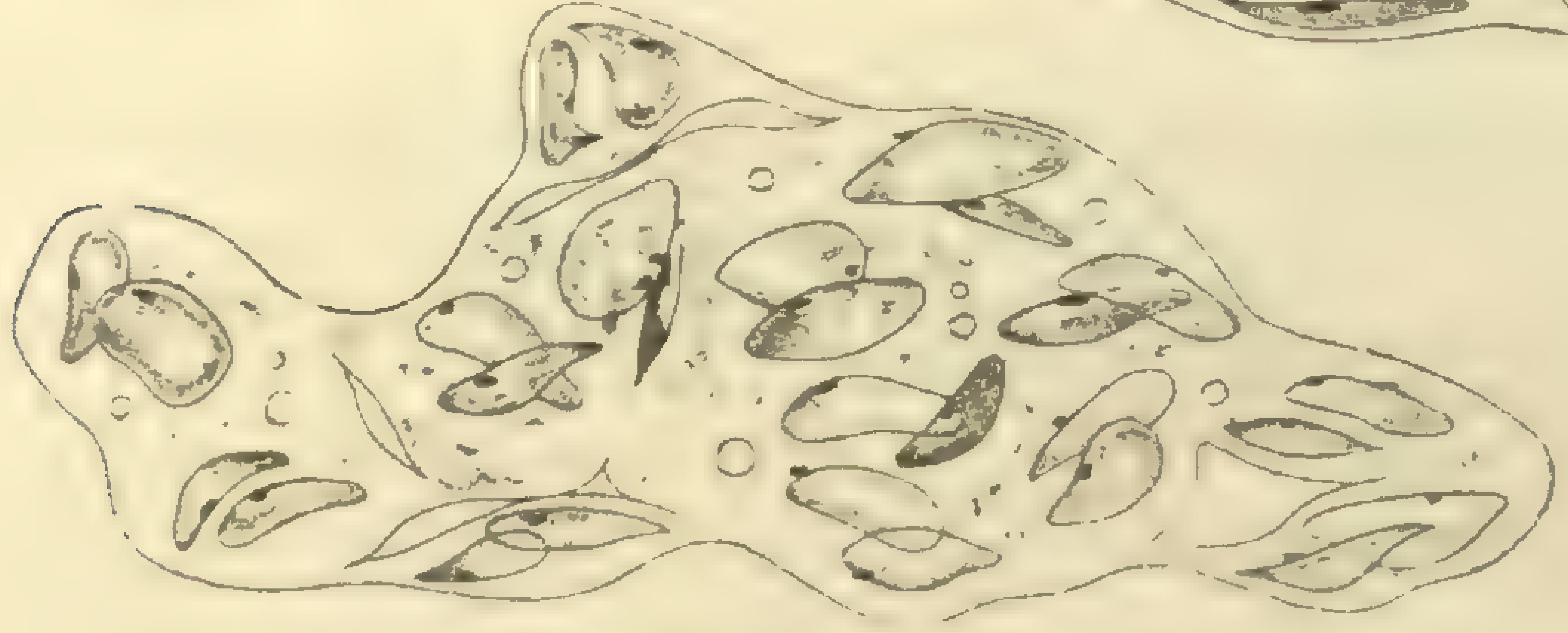
Abb. 13. Einfache Amoebocygote, durch Kopulation zweier amoeboider Gametozoosporen entstanden und noch lange als diploide Amoebe beweglich.

Es werden also tatsächlich in einzelnen Flagellatenreihen diploide Fusionsplasmodien gebildet, wenn sie auch wesentlich kürzer dauernd sind, wie bei den Myxogasteres.

Damit aber sind bei den Flagellaten alle charakteristischen Züge der Myxogasteres nachgewiesen: wir kennen Flagellatendeszendenten, die völlig amoeboid die Zugehörigkeit zu bestimmten Flagellatenreihen eben noch erkennen lassen. Ebenso finden wir bei den Flagellaten Filar, wie echte Fusionsplasmodien, die in ihrem biologischen Verhalten weitgehend mit denen der Myxogasteres übereinstimmen. Wir kennen auch bei den Flagellaten oder ihren Deszendenten völlig amoeboide Gameten. Wir kennen ferner Amoeben, die im vegetativen Stadium diploid sind und deren vegetatives Stadium durch einen Geschlechtsakt zustandekommt, wie die ersten diploiden Amoeben der Schleimpilze. Wir kennen nicht nur solche diploide Einzelindividuen, sondern wir kennen auch Fusionsplasmodien diploiden Charakters, die wie die diploiden Plasmodien der Myxogasteres durch die Fusion diploider Amoebozygoten entstanden sind, sich von ihnen nur biologisch, durch den Besitz von Chromatophoren unterscheiden. Aus der Kenntnis des Aufbaues der Myxogasteres, der Deutung der Einzelstadien an ihn und dem Vorkommen wesentlicher Stadien gleicher Weise bei den Flagellaten, können wir also etwas Licht in das Dunkel der Herkunft dieser seltsamen Organismen bringen. Und uns vorstellen, daß bei der allgemeinen Tendenz der Flagellaten zur rhizopodialen Formbildung, die allen Flagellatenreihen gemein-

14





15

Abb. 14. Diploide Fusionsplasmodien entstanden durch Fusion von vier Amoebozygoten.

Abb. 15. Diploides Fusionsplasmodium entstanden durch die Fusion von 14 Amoebozygoten.

sam ist und sogar zur Bildung dauernd rhizopodialer Formen führt, sich in Reihen mit sexueller Fortpflanzung, die sich mit amoeboiden Gameten vollzog (wie z. B. jetzt noch bei *Draparnaudia* oder *Chlamydomonas* spez.) die rhizopodiale Formbildung sich auch auf die sonst nur gelegentlich amoeboide Zygote verlegte und auch hier (heute noch in einzelnen vorübergehenden Fällen der beiden genannten Grünalgen) zur Bildung diploider Fusionsplasmodien führte, die umsomehr betont wurden, je mehr sich die animalische Lebensweise ausbildete, bis schließlich diese Lebensweise als ausschlaggebende durchschlug. Die Betonung der diploiden Phase, unter gleichem Rücktreten der haploiden, hängt aber wohl mit der Ausbildung der terrestrischen Lebensweise zusammen, eine Relation, die also im Pflanzenreich dreimal wiederkehrt, bei den Myxogasteres, den Pilzen (spec. Basidiomyceten) und den Sproßpflanzen.

Diesen wichtigen Schritten gegenüber ist die successive Differenzierung der Fruchtkörper, die uns als der systematisch charakterisierende Teil der Schleimpilze erscheinen, ein sekundäres biologisch-morphologisches Detail, für welches die Phylogenie in ihren feinsten Zügen innert der Gruppe selber erschlossen werden muß, ein Problem, welches mit unserer Fragestellung nichts zu tun hat, im übrigen aber ebenfalls seine Anfänge bei den Fusionsplasmodien der Flagellaten hat, vgl. die plasmodiokopienartigen Stadien von *Myxochrysis.*

Aus der Ausbildung ausschließlich animalischer Lebensweise aber läßt sich eine biologische Differenz zwischen den oben erwähnten diploiden Fusionsplasmodien der Amoebozygoten von *Chlamydomonas* und *Draparnaudia* und denen der Myxogasteres leicht verstehen.

Bei ersteren wird das encystierte Ruhestadium in die Zygote verlegt, die Zygote wird selber zur Spore, und aus ihr entstehen durch Reduktionsteilung die vier direkt keimenden Schwärmer; die diploide Generation der Myxogasteres, die ja der Zygote von *Chlamydomonas* oder *Draparnaudia* entspricht, wird aber vielfach nicht als Dauerstadium ausgebildet; Beibehaltung des Ruhestadiums in dieser Phase hätte die animalische Ernährung empfindlich gestört, das Dauerstadium ist bei den Myxogarteres auf die zurücktretende haploide Phase verlegt, die Sporen werden zugleich als Dauer- und Verbreitungsorgan im Zusammenhang mit der Reduktionsteilung und als ihre direkte Folge gebildet. Die vier reduzierten Zellen der Reduktionsteilung sind nicht direkt keimfähig wie die, die aus den Zygoten von *Chlamydomonas* oder *Draparnaudia* kommen, es sind Sporen, deren Inhalt erst austreten muß. In genau derselben Weise ist es ja auch bei den Moosen, Farnen und Samenpflanzen der Fall und erst die letzteren haben wieder ein eigenes diploides Dauerorgan ausgebildet, den Samen. Der Umstand, daß bei den Myxogasteres die diploide, bei den Flagellaten die haploide Phase an den Fusionsplasmodien als charakteristisch vegetative vortritt, spricht in keiner Weise gegen die Ableitung der Myxogasteres von den Flagellaten. Wir haben in viel engeren Bezirken des Pflanzenreiches eine solche Gegensätzlichkeit z. B. bei den Bacillariales, bei denen die eine Reihe diploid, die andere haploid ist; bei den Phaeophyceen sind alle Übergänge von Formen, bei denen die diploide und haploide Phase einander völlig gleichwertig und morphologisch auch gleich sind, unter allmählicher Reduktion bis zu Formen gehend, die völlig diploid sind und die haploide Generation auf das Kleinstmögliche reduziert haben (Fucaceen).

An eine Ableitung der Myxogasteres von den Flagellaten denkt, wenn ich ihn recht verstehe, JAHN nicht (diese Ber. XXIX, S. 245). Er sagt: „Die Botanik muß in den Flagellaten, in denen alle Algenstämme zusammenlaufen, eine ursprüngliche Gruppe sehen; die rhizopodenartigen Organismen aber, die er in seinem Systeme kennt, die Myxomyceten, zeigen alle Kennzeichen einer hohen Organisation. Sie müssen also fremden Ursprungs sein."

„Die Zoologen verweisen uns, wenn wir nach einer Anknüpfung in ihrem System suchen, auf die Rhizopoden. Mit diesem allgemeinen Hinweise ist nicht viel gewonnen. Ich bin aber auch der Ansicht, daß die nächsten Verwandten der Mycomyceten — bei den höchsten Rhizopoden zu suchen sind. Denn die niederen Myxomyceten, zu denen nach meiner Auffassung z. B. *Enteromyxa* und die *Vampyrella* gehören, führen nach unten zu Formen, die nach den Heliozoen und den Thakamoeben und Foraminiferen hinüberleiten."

Zunächst ist die hohe Organisation der Myxogasteres kein Grund, der von vorneherein ihre Herkunft von Flagellaten ausschließt. Gerade ihre hohe Organisation resp. die Bildung des vegetativen Stadiums aus der diploiden Phase, erscheint nach dem Vorstehenden schön vermittelt. Andererseits führen wir doch auch holophytische Reihen hochorganisierter Algen ebenfalls auf Flagellen zurück. Die ganze Erörterung über die Verwandtschaft der Myxomyceten mit Rhizopoden oder Flagellaten gewinnt ja erst Unterlage durch den erst in letzter Zeit erbrachten

Nachweis, daß rhizopodiale Organisationen von allen Flagellatenreihen gebildet werden können, sämtliche Flagellatenreihen dauernd rhizopodiale Seitenzweige ausbilden können. Und durch den ferneren Nachweis, daß wir die Rhizopoden zum allergrößten Teile als so völlig rhizopodial gewordene Seitenzweige der Flagellaten auffassen müssen, daß uns der engere Anschluß der einzelnen Rhizopodenreihen an bestimmte Flagellatenreihen, infolge des Ausfallens der charakterisierenden Flagellatenmerkmale, derzeit unmöglich ist. Wir haben die einzelnen Rhizopodenreihen z. T. als parallele Seitenzweige der Flagellaten aufzufassen, die in untereinander verschiedenen Punkten der Flagellatenreihen wurzeln, und die untereinander nicht näher verwandt sind; es sind Konvergenzen, gleichsinnig durch die völlig ausgebildete animalische Lebensweise. Und in diesem Sinne aufgefasst, erübrigt sich die Frage nach der größeren oder geringeren Verwandtschaft zwischen den Myxomyceten und einer oder der anderen Rhizopodenordnung von selber, denn auch die Myxomyceten sind allem Anscheine nach eine rhizopodial gewordene Seitenreihe der Flagellaten, die sich wohl selbständig aus ihnen entwickelte.

Die Tatsache, daß auch andere Rhizopoden z. B. die Heliozoen *Actinorphaerium* oder *Actinophrys* in ihren vegetativen Stadien ebenfalls diploid sind, ist für eine Verwandtschaft kaum auswertbar, denn gerade der Phasenwechsel zeigt bei den verschiedensten Reihen so viel Analogien, und kann sich wiederholt in analogem Sinne herausgebildet haben, ohne daß diese Analogien als ein verwandtschaftlicher Zug aufzufassen sind. Ob *Enteromyxa* und die *Vampyrellen* als niedere Myxomyceten anzusprechen sind, ist fraglich; gerade alle diese sekundär vereinfachten, sekundär völlig rhizopodial gewordenen Typen verschleiern durch diese gleichsinnige Ausbildung ihrer vegetativen Stadien — hier amoeboide Form — oft fast völlig die Merkmale ihrer Herkunft.

Ich glaube daher nicht an eine engere Verwandtschaft der Myxomyceten mit einer anderen Rhizopodengruppe. Die Tatsache aber, daß so viele Anzeichen den einen Schluß zwingend machen, die Rhizopoden (mit Ausnahme eines ganz kleinen, eng umschriebenen Kreises, der, wie ich zeigen werde, ganz anderer Herkunft ist) als Flagellatenabkömmlinge anzusprechen, läßt von vorneherein für die Myxomyceten, speziell die Myxogasteres, eine gleiche Phylogenese aus den Flagellaten annehmen, eine Annahme, die in Vorstehendem so viel Stützpunkte erhalten hat, daß sie als höchst wahrscheinlich bezeichnet werden kann: denn gerade ihre hohe Organisation inbezug auf Generationswechsel und plasmodiale Aus-

Nachweis, daß rhizopodiale Organisationen von allen Flagellatenreihen gebildet werden können, sämtliche Flagellatenreihen dauernd rhizopodiale Seitenzweige ausbilden können. Und durch den ferneren Nachweis, daß wir die Rhizopoden zum allergrößten Teile als so völlig rhizopodial gewordene Seitenzweige der Flagellaten auffassen müssen, daß uns der engere Anschluß der einzelnen Rhizopodenreihen an bestimmte Flagellatenreihen, infolge des Ausfallens der charakterisierenden Flagellatenmerkmale, derzeit unmöglich ist. Wir haben die einzelnen Rhizopodenreihen z. T. als parallele Seitenzweige der Flagellaten aufzufassen, die in untereinander verschiedenen Punkten der Flagellatenreihen wurzeln, und die untereinander nicht näher verwandt sind; es sind Konvergenzen, gleichsinnig durch die völlig ausgebildete animalische Lebensweise. Und in diesem Sinne aufgefasst, erübrigt sich die Frage nach der größeren oder geringeren Verwandtschaft zwischen den Myxomyceten und einer oder der anderen Rhizopodenordnung von selber, denn auch die Myxomyceten sind allem Anscheine nach eine rhizopodial gewordene Seitenreihe der Flagellaten, die sich wohl selbständig aus ihnen entwickelte.

Die Tatsache, daß auch andere Rhizopoden z. B. die Heliozoen *Actinorphaerium* oder *Actinophrys* in ihren vegetativen Stadien ebenfalls diploid sind, ist für eine Verwandtschaft kaum auswertbar, denn gerade der Phasenwechsel zeigt bei den verschiedensten Reihen so viel Analogien, und kann sich wiederholt in analogem Sinne herausgebildet haben, ohne daß diese Analogien als ein verwandtschaftlicher Zug aufzufassen sind. Ob *Enteromyxa* und die *Vampyrellen* als niedere Myxomyceten anzusprechen sind, ist fraglich; gerade alle diese sekundär vereinfachten, sekundär völlig rhizopodial gewordenen Typen verschleiern durch diese gleichsinnige Ausbildung ihrer vegetativen Stadien — hier amoeboide Form — oft fast völlig die Merkmale ihrer Herkunft.

Ich glaube daher nicht an eine engere Verwandtschaft der Myxomyceten mit einer anderen Rhizopodengruppe. Die Tatsache aber, daß so viele Anzeichen den einen Schluß zwingend machen, die Rhizopoden (mit Ausnahme eines ganz kleinen, eng umschriebenen Kreises, der, wie ich zeigen werde, ganz anderer Herkunft ist) als Flagellatenabkömmlinge anzusprechen, läßt von vorneherein für die Myxomyceten, speziell die Myxogasteres, eine gleiche Phylogenese aus den Flagellaten annehmen, eine Annahme, die in Vorstehendem so viel Stützpunkte erhalten hat, daß sie als höchst wahrscheinlich bezeichnet werden kann: denn gerade ihre hohe Organisation inbezug auf Generationswechsel und plasmodiale Ausbildung laßen sich, von den Flagellaten ausgehend, in schönster Weise vermitteln.

In Vorstehendem wurde nur von den Myxogasteres gesprochen, nicht aber von den Myxomyceten in jenem weiten Umfange, den die Lehrbücher der Botanik einhalten. Das hängt damit zusammen, daß es sich immer mehr und mehr herausstellt, welche heterogene Elemente unter den Myxophyten vereinigt sind, von denen die Myxogasteres im engeren Sinne die geschlossenste Gruppe sind.

Bezüglich der *Phytomyxinen* hat JAHN in einem ausgezeichneten Referate über Arbeiten WINGES, Ö., und SCHWARTZE, E. J., die derzeit mögliche Auswertung unserer jetzigen Kenntnisse über den feineren Bau der Phytomyxinen für ihre verwandtschaftliche Stellung in folgender präziser Weise zusammengefasst. „Die Plasmodiophoreen sind mit den Chytridien durch alle Übergänge verbunden, mit den Myxomyceten überhaupt nicht. Was bei ihnen als Plasmodium beschrieben ist, erscheint als eine Form des intracellularen Parasitismus, die bei Chytridien schon beobachtet ist und hier infolge der vorgeschrittenen Gallenbildung zu größeren Plasmaansammlungen führt. Cytologisch stimmen sie mit Chytridien überein, mit den Myxomyceten garnicht. Hier sind zwei generative Kernteilungen vor der Sporenbildung festgestellt, bei den Myxomyceten nur eine. Der charakteristische Bau der Myxomycetenschwärmer ist bei ihnen bisher nicht nachgewiesen; nach den Abbildungen WORONINs gleichen ihre Schwärmer ganz denen der Chytridien. WORONIN würde, wenn die heute beschriebenen Übergangsformen damals bekannt gewesen wären, seine *Olpidium* und seine *Plasmodiophora* als nahe Verwandte hingestellt haben, ohne auf die Myxomyceten zu verweisen." (Zeitschrift für Botanik VI (1914) S. 875.) — Ich möchte mich nach dem, was ich selber an *Plasmodiophora* sah, und das bestätigte NAUENHEIMs Resultate ganz — den Irrtum in punkto Teilungen hat ja bereits v. PROWAZEK geklärt — und nach dem, was an Angaben über *Plasmodiophora* vorhanden ist, ganz der Ansicht JAHNs anschließen.

Es ist eigentlich verwunderlich, daß nach dieser referierenden Zusammenfassung eines so vorsichtigen und genauen Untersuchers wie JAHN die Phytomyxinen in allen Lehrbüchern noch immer bei den Myxomyceten stehen, und daß auch in einem so speziellen Buche wie DOFLEINs Protozoenkunde, IV. Auflage, weder auf die Ansicht noch auf die Arbeiten der beiden genannten Forscher eingegangen wird. Die Vermutung DOFLEINs, die Phytomyxinen seien besser als eine Familie der Myxogasteres, statt einer Unterordnung der Myxomyceten zu behandeln (S. 788 seines Lehrbuches) ist nach dem bis jetzt Gesagten völlig unzutreffend. Es scheint auch sehr zweifelhaft ob *Sporomyxa* Léger und *Mycetosporidium* Léger und Hesse zu den Phytomyxinen zu rechnen sind.

Mit den Myxogarteres haben gewiß nichts zu tun — es handelt sich hier nur um äußere Formbewegungen — die Acrasieae. Nicht nur die Form der Plasmodien (Aggregat- statt Fusionsplasmodien), auch die cytologischen Details scheinen mir nach einigen gemachten Voruntersuchungen dagegen zu sprechen. Dieser Zweifel an der engeren Verwandtschaft mit den Myxogarteres wurde ja bereits mehrfach geäußert. Auch JAHN (diese Berichte XXIX, S. 245) schließt die Acrasieen aus. Ich glaube auch nicht, daß die Sappiniaceae und die Guttulinaceae mit dem Dictyosteliaceae mehr als eine grob äußerliche Ähnlichkeit haben. Hier ist ja alles ganz künstlich zusammengepackt. Behandelt man aber die Acrasien unter den Rhizopoden, dann dürfen sie gewiß nicht mit den Myxogasteres, selbst nach Ausschluß der Phytomyxinen — die von dort weg bei den Chytridiinen eingestellt werden sollten — belassen werden. Und beläßt man das Sammelsurium Amoebina als künstlich und nur negativ zu charakterisierende eigene Ordnung — nach Ausschluß der Rhizomastiginen und der DOFLEIN-Bidadiidae, welch letztere ganz Heterogenes, gar nicht Zusammenpassendes, umfassen — als eigene Ordnung, dann ergibt sich eine Gliederung dei Rhizopoden in

Amoebina
Foraminifera
Heliozoa
Radiolaria
Pseudoplasmodinae
Mycetozoa oder Myxogasterinae

wobei ich den — wie auch DOFLEIN richtig bemerkt, älteren ZOPF-schen Pseudoplasmodinae, gegenüber dem jüngeren VAN TIEGHEM-schen Namen Acrasieae — verwende und ihn als Ordnungsnamen ausweite.

Diese Ordnung der Pseudoplasmodinae würde dann mit Sicherheit nur die Familie der Acrasieen enthalten, zu denen als sehr fragliche Familie ganz provisorisch auch die Guttulinaceen und Sappiniaceen kämen. Daß die Heliozoen nicht einheitlich, sondern polyphyletisch sind, wurde bereits von DOFLEIN und mir betont; ich meine dasselbe auch von den Radiolarien. Schließlich sind ja auch die Foraminiferen, speziell die monothalamen Reihen ebenfalls konvergente Glieder ganz verschiedener Herkunft; die Amoebinen — selbst mit Ausschluß der Bistadiidae und den Rhizomastiginen — von denen ich keine als fixierte natürliche Einheit anspreche — überhaupt ein ganz künstlich ad hoc konstruierter Notbehelf. Doch würde hier eine weitere Betrachtung in einer rein botanischen Zeitschrift viel zu weit führen. Es sei auf meine zusammenfassende Darstellung der Beziehungen zwischen Flagellaten und Rhizopoden verwiesen.

Werden die Myxogasteres im Pflanzenreich behandelt, dann ergibt sich auch annähernd ihre Stellung in der systematischen Anordnung. Sie isoliert vor die Spaltpflanzen und vor die Flagellaten und Algen zu stellen, ist sicher falsch. So ist auch eine Stellung vor den Flagellaten falsch. Behandeln wir die Algen (exkl. Blaualgen) als mutmaßliche Deszendenten gefärbter Flagellaten nach diesen, so können wir die Myxogasteres als mutmaßliche Deszendenten farblos gewordener Flagellaten nicht vor den Flagellaten überhaupt behandeln. Sie direkt an die Flagellaten anschließen geht nicht, denn sowohl durch das Vortreten der diploiden Phase wie auch durch ihre rhizopodial gewordene Organisation erweisen sie sich als abgeleitet. So scheint es am besten zu sein, zuerst die gefärbten Flagellaten zu behandeln; dann die mutmaßlichen Deszendenten der gefärbten Flagellaten — und nach der Besprechung derselben unter Rückverweisung auf die farblosen Flagellaten die Myxogasteres zu besprechen. Auch hier wie überall steht die lineare Anordnung eines Systems der Darstellung der komplizierten vielstrahligen phylogenetischen Beziehungen hindernd im Wege.

Literatur.

DE BARY, Die Mycetozoen. Zeitschrift für wiss. Zoologie 1859, 1867.
DANGEARD, P., Contribution a l'etude des Acraresiees. le Botaniste 1896/97, S. 1.
DOFLEIN, F., Lehrbuch der Protozoenkunde. IV. Aufl.
JAHN, E., Myxomycetenstudien. Berichte der deutschen bot. Gesellschaft XIX. (1901), S. 97; — XXII. (1904), S. 84; — XXV. (1907), S. 28; — XXVI. (1908); — XXIX. (1911), S. 281; Zeitschrift für Botanik, VI., (1914), S. 875.
KLEBS, G., Bedingungen der geschlechtlichen Fortpflanzung, (FISCHER-Jena),
LOTSY, Vorträge über bot. Stammesgeschichte. Bd. I. (Myxomyceten).
NAWASCHIN, S., Beobachtungen über den feineren Bau von *Plasmodiophora Brassicae.* Flora 1899.

PASCHER, Über merkwürdige amoeboide Stadien bei einer höheren Grünalge. Diese Berichte XXVII., S. 145.

— — Animalische Ernährung bei Grünalgen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.

— — Studien über die rhizopodiale Entwickelung der Flagellaten. Arch. für Prot. XXXVI. und folgende.

— — Flagellaten und Rhizopoden in ihren gegenseitigen Beziehungen. Versuch einer Ableitung der Rhizopoden. Arch. f. Prot., Bd. XXXVIII, S. 1, (1917).

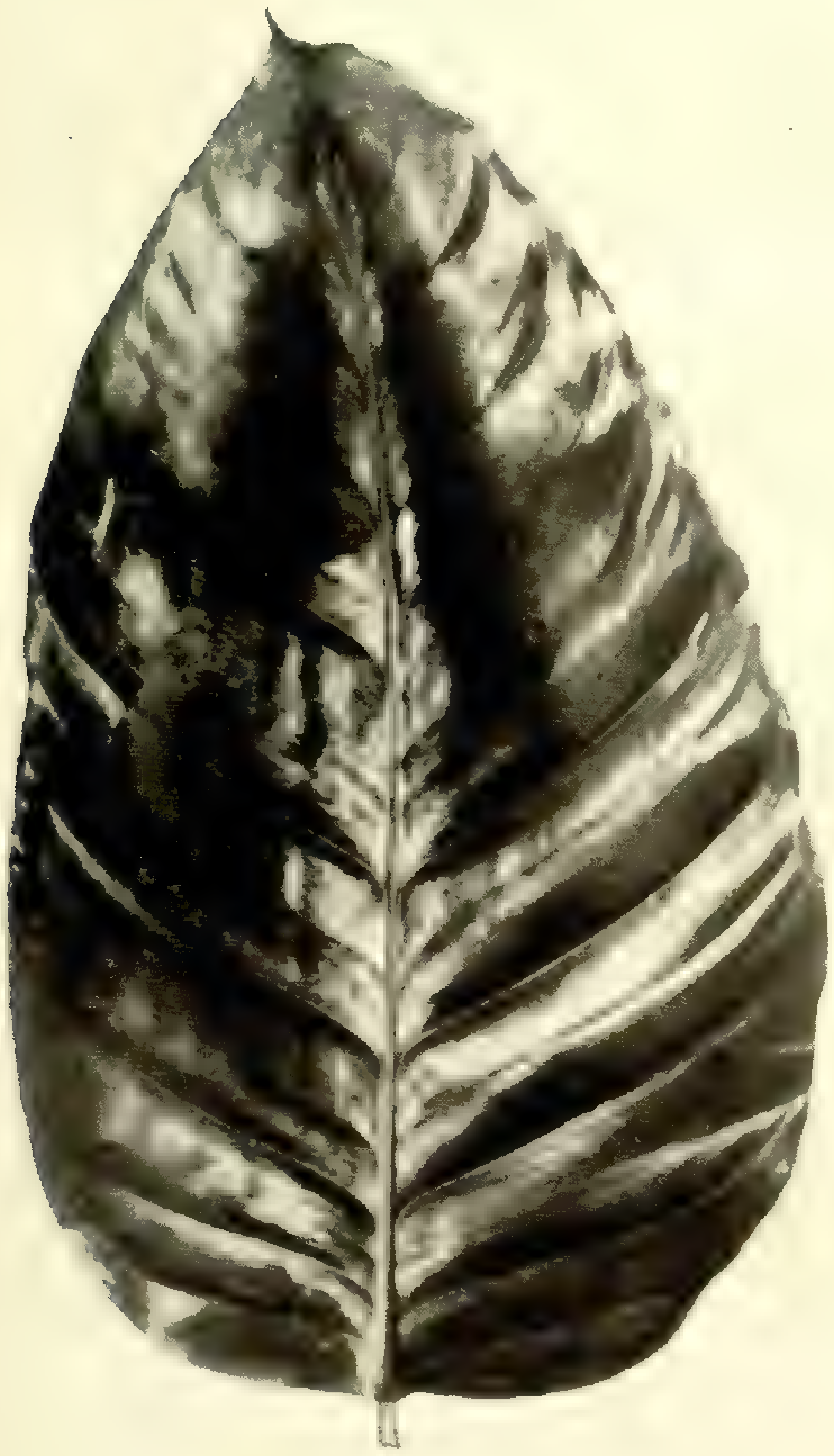
— — Über amoeboide Gameten, Amoebozygoten und diploide Plasmodien bei einer *Chlamydomonas*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Dieser Jahrg.

PROWAZEK, Kernverhältnisse in den Myxomycetenplasmodien. Öst. bot. Zeitschr. LV.

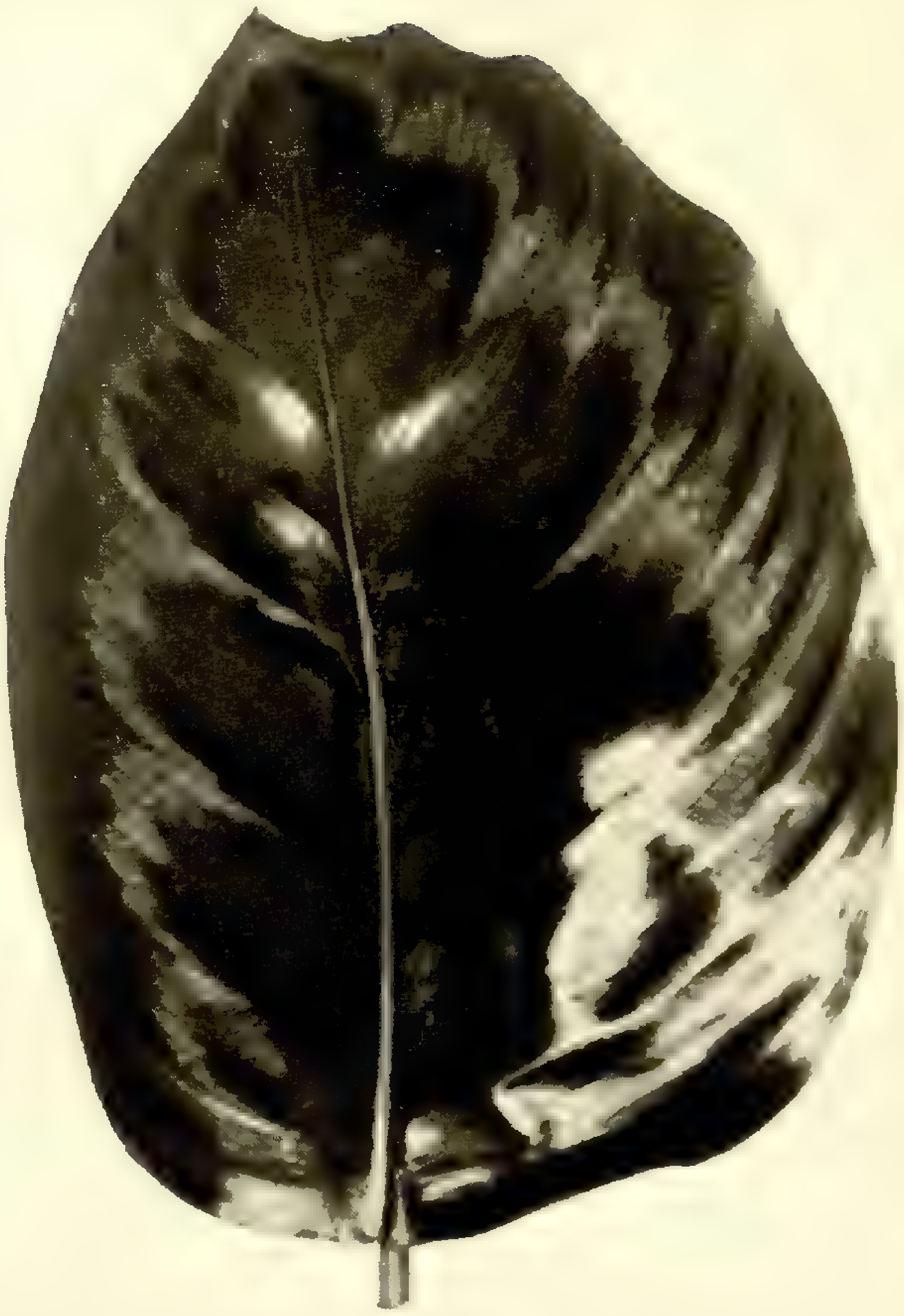
MAIRE ET TISSON, A., la cytologie des Plasmodiophoracées et la classe des Phytomyxinées. Ann. myc. VII. (1909), 226.

SCHWARTZ, G. J., The Plasmodiophoreae and their relationsships to the mycetoz. and the Chytrid. Ann. of botany (1914), 28.

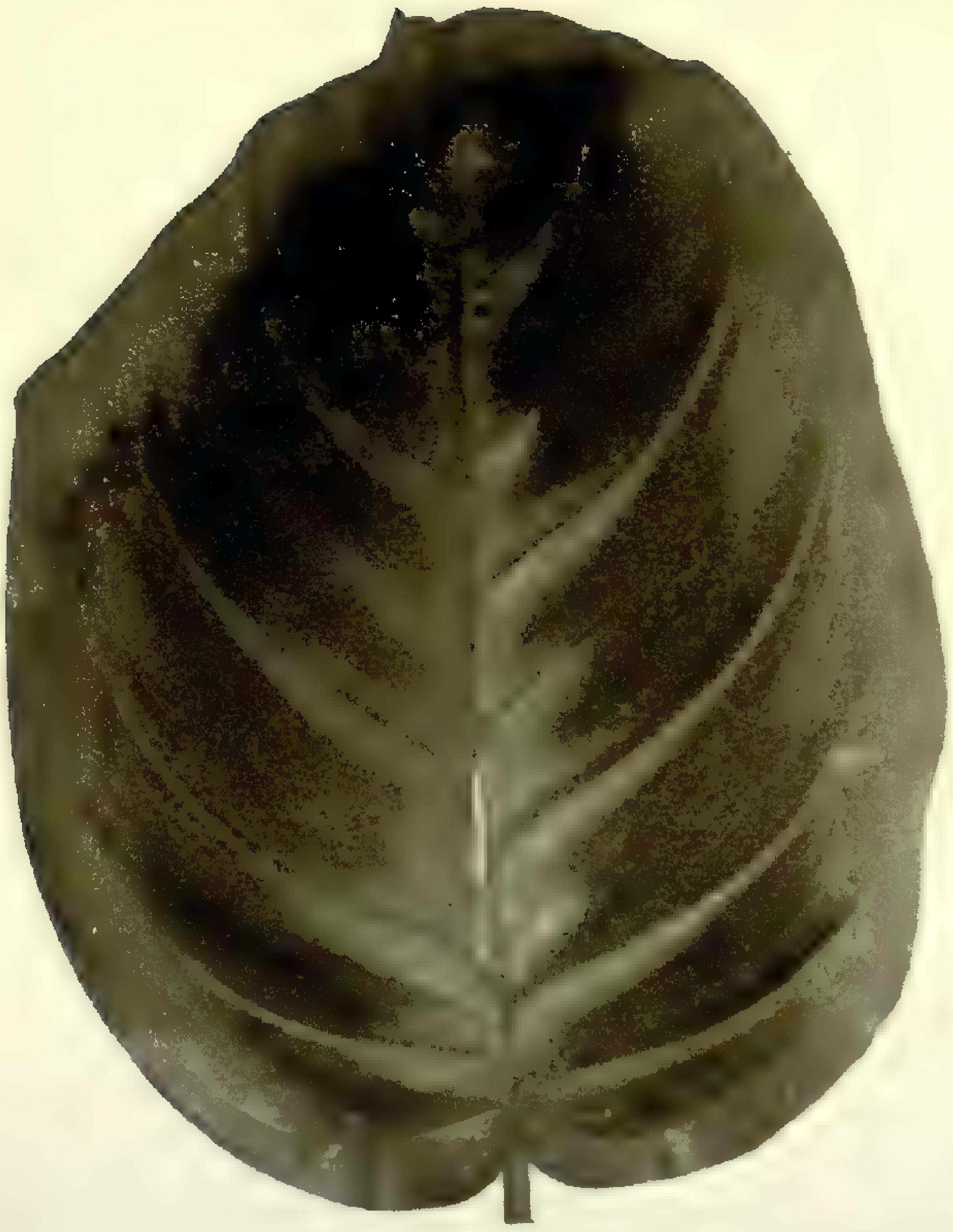
WINGE, Cytol. studies in the Plasmodiophor. Ark. f. bot. (1913), 12.



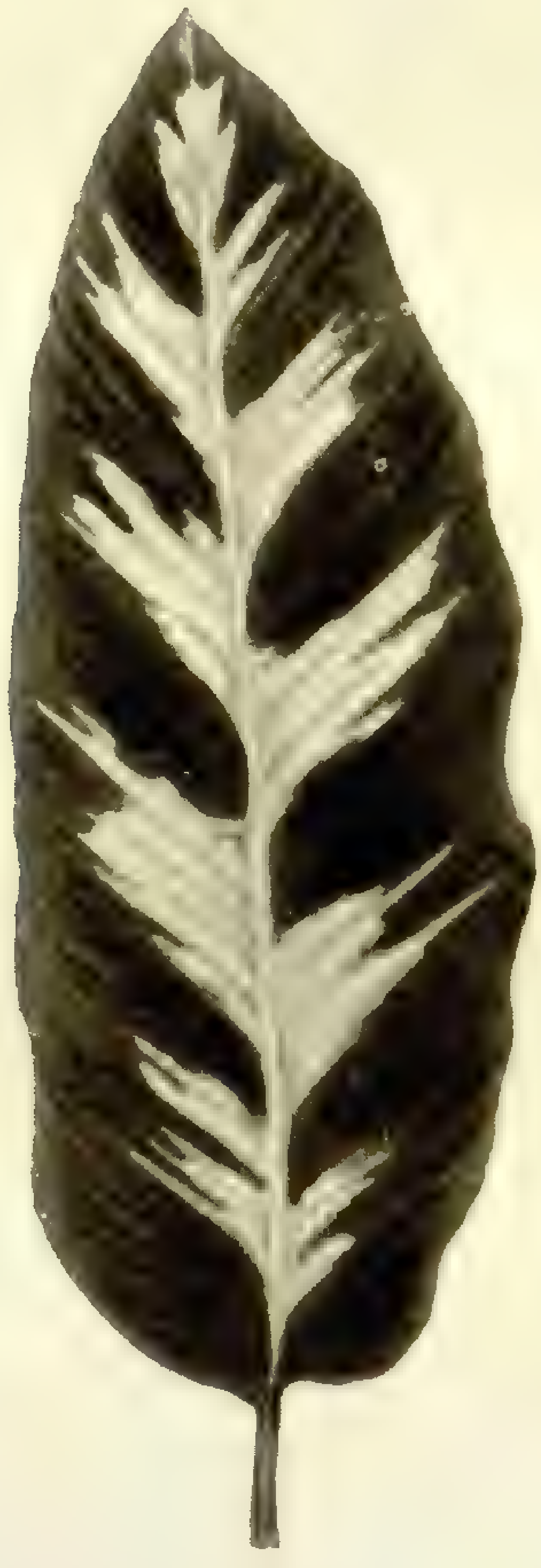
1



3



2



4

1/1
2.
3.
125/1
5.
4.
2/1
6.
7.
3/1
8.
9.
3/1
10.
1.
21.
10/1
11.
10/1
22.
200/1
♀
♂
s_3
s_2
s_1
s_1
r
13.
12.
10/1
25/1
75/1
23.
24.
100/1
16.
14.
17.
18.
20/1
100/1
19.
4/1
10/1
s_1
s_2
s_3
b_2
♂
♀
750/1
25.
27.
26.
20.
15.
b_1
28.

Pritzel et Pohl del.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1918 **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** an Herrn Geh.-Rat **Prof. Dr. L. Wittmack, Berlin NW,** Platz am Neuen Tor 1, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung**, für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten. Im allgemeinen wird den Autoren eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1918.

Ehrenpräsident: S. Schwendener.

Für die Generalversammlung: Hans Winkler, Präsident; A. Voigt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: L. Wittmack, Vorsitzender; P. Lindner, erster Stellvertreter; J. Behrens, zweiter Stellvertreter; E. Baur, erster Schriftführer; H. Harms, zweiter Schriftführer; H. Miehe, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: L. Wittmack, E. Baur, H. Harms, H. Miehe, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): E. Jahn, R. Kolkwitz, P. Claussen, O. Reinhardt, L. Diels.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für alle ordentlichen Mitglieder 20 M.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in Berlin-Dahlem gelangen lassen. Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2	Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates	5	„
3.	für jede Lichtdrucktafel	9	„
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2	„
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3	„
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr	2	„
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35	„
8.	für jeden Umschlag	1,5	„
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	7,—	Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68

Nicht jeder hat 100,000 Mark,

zum Zeichnen von Kriegsanleihe
Aber
1000,
500,
300,
100
Mark kann jeder zeichnen. Viele Millionen Mark ergeben dieſe Hunderttauſende kleiner Zeichnungen und beweiſen den Feinden, daß auch bei der „Neunten" das deutſche Volk geſchloſſen zu den Zeichnungsſchaltern geeilt iſt

---

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

Soeben wurde vollständig:

Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie

von **Professor Dr. Eug. Warming** und **Professor Dr. P. Graebner.**
Dritte gänzlich umgearbeitete und stark vermehrte Auflage.
Mit 395 Textabbildungen.

Geheftet 80 Mk., gebunden 93 Mk. 50 Pfg.
Nichtillustrierte Ausgabe: Geh. 32 Mk., geb. 38 Mk. 50 Pfg.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei

In Folge der wiederum außerordentlich gestiegenen Kosten der Berichte hat die Generalversammlung in Hamburg beschlossen, vorläufig folgende Beschränkungen der Veröffentlichungen eintreten zu lassen:

1. Strenge Durchführung der Bestimmung, daß 8 Druckseiten nicht überschritten werden dürfen.
2. Die Mitglieder dürfen nur 3 Arbeiten im Jahr veröffentlichen.
3. Den Verfassern wird nur eine Tafel jährlich kostenlos bewilligt.
4. Die Bildnistafeln für die Nachrufe werden von der Gesellschaft nicht mehr bezahlt werden.

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED

BAND XXXVI. JAHRGANG 1918. HEFT 7.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

HEFT 7.
(MIT TAFELN XIII—XIV.)

AUSGEGEBEN AM 28. NOVEMBER 1918.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1918

Es wird dringend gebeten, die veränderten Bestimmungen auf der dritten Umschlagsseite zu beachten.

GARDEN LIBRARY

Inhaltsangabe zu Heft 7.

Seite

Sitzung vom 26. Juli 1918 381

Mitteilungen

45. **Fritz Jürgen Meyer**: Der Generationswechsel als Wechsel verschiedener Morphoden. 381

46. **Theo J. Stomps**: Sproßbecher von Oenothera. (Mit Tafel XIII und XIV.) 384

47. **A. Pascher**: Von einer allen Algenreihen gemeinsamen Entwickelungsregel. (Mit 13 Abbildungen im Texte.) . 390

48. **A. Schulz**: Über das Vorkommen von Halophyten in Mitteldeutschland auf kochsalzfreiem Boden. 410

49. **Karl Höfler**: Permeabilitätsbestimmung nach der plasmometrischen Methode. (Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität Wien. Nr. 120 der II. Folge.) (Mit 1 Abb. im Text.) 414

50. **Karl Höfler**: Über die Permeabilität der Stengelzellen von Tradescantia elongata[1]) für Kalisalpeter. (Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität Wien. Nr. 121 der II. Folge.) (Mit 1 Abb. im Text.) . . 423

Nächste Sitzung der Gesellschaft

Freitag, den 29. November 1918,

abends 7 Uhr, im

Hörsaal des Pflanzenphysiolog. Instituts d. Universität,

Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 1.

Sitzung vom 26. Juli 1918.

Vorsitzender: Herr L. WITTMACK.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Kalt, Bertram, Leiter der Pflanzenzuchtstation des Landw. Instituts der Universität in **Halle**, Julius-Kühn-Straße 31/32 (durch L. WITTMACK und A. SCHULZ) und

Prinz, H., Kustos am Museum in **Drontheim** (durch N. WILLE und O. APPEL).

Zum ordentlichen Mitglied wird ernannt Herr

Killermann, Dr. **Seb.**, Professor in **Regensburg**.

Mitteilungen.

45. Fritz Jürgen Meyer: Der Generationswechsel als Wechsel verschiedener Morphoden.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 15. Juli 1918.)

Der Generationswechsel im Pflanzenreich ist in einer Reihe von Arbeiten in letzter Zeit wiederholt besprochen und von verschiedenen Gesichtspunkten beleuchtet worden. Da hierdurch das Interesse an diesem Probleme wieder aufgefrischt ist, habe ich es unternommen, in einer demnächst im Biologischen Zentralblatt erscheinenden Arbeit eine von Herrn Prof. Arthur Meyer seit Jahren in seiner Vorlesung über allgemeine Botanik vorgetragene Auffassung genauer zu behandeln.

Der Generationswechsel ist darnach ein Spezialfall der sehr häufig vorkommenden Differenzierung einer Spezies in mehrere Morphoden, d. h. in Individuen, welche unter allen Verhältnissen nach Morphologie und Leistung verschieden sind. Herr Prof. Meyer machte in seiner Vorlesung besonders darauf aufmerksam, daß diese Differenzierung der Spezies in Morphoden von verschiedener biologischer Leistung ganz analog der Differenzierung der Individuen in Organe verschiedener Funktion und der Differenzierung der Zellen eines Individuums in verschiedene Zellarten ist. Die im Pflanzenreich vorkommende Ausbildung verschiedener Morphoden ist entweder dadurch von Vorteil, daß sie Fremdbestäubung erzwingt (Diöcie) oder begünstigt (Heterostylie) oder daß eine Arbeitsteilung eintreten kann wie z. B. bei den Farnen. Der Generationswechsel ist nun die Form dieser Differenzierung, bei welcher wenigstens zwei verschiedene Morphoden immer in regelmässigem Wechsel aus einander hervorgehen.

In der angekündigten Arbeit habe ich zunächst diejenigen Beispiele aus dem Pflanzenreich, welche zur Klärung dieser Auffassung beitragen können, besprochen. Einige von ihnen seien hier kurz schematisch dargesellt:

Pteridophyten mit zwitterigem Prothallium:

Gamophyt	1. Morphode	1. Generation
Sporophyt	2. Morphode	2. Generation

Pteridophyten mit eingeschlechtlichem Prothallium:

männlicher Gamophyt	1. Morphode	1. Generation
weiblicher Gamophyt	2. Morphode	
Sporophyt	3 Morphode	2. Generation

Der Generationswechsel (Morphodenwechsel) der Moose läßt sich in der gleichen Weise darstellen.

Dictyotaceen:

Tetrasporentragende Pflanze	1. Morphode	1. Generation
männlicher Gamophyt	2. Morphode	2. Generation
weiblicher Gamophyt	3. Morphode	

Die Fortpflanzungsverhältnisse bei den Florideen verlangten eine besonders eingehende Behandlung; es boten sich nämlich Schwierigkeiten bei der Abgrenzung der Morphoden. Ich habe deshalb durch Einführung des Begriffs Selbling (Definition siehe bei Arthur Meyer, Botanische Zeitung 1902) die Morphoden schärfer zu definieren versucht. Der einzelne Repräsentant einer Morphode soll nicht mehr ein Individuum sein, sondern ein Selbling. Diese Präzisierung der Definition ermöglicht nun auch eine klare Darstellung der Florideen-Fortpflanzung von unserm Gesichtspunkte. Freilich müssen wir, da die Untersuchungen über die Plasmaverbindungen der Florideen noch nicht weit genug gediehen sind, immer noch zwei Möglichkeiten neben einander stellen:

Haplobiontische Florideen:

I. Plasmaverbindungen zwischen Eizelle und Tragzelle vorhanden:

Geschlechtspflanze (von der Carpospore bis zur Oospore) + sporogene Fäden	eine Morphode	also kein Generationswechsel vorhanden.

II. Plasmaverbindungen zwischen Eizelle und Tragzelle fehlen:

Geschlechtspflanze (von der Carpospore bis zur Oospore)	1. Morphode	1. Generation
sporogene Fäden	2. Morphode	2. Generation

Diplobiontische Florideen:

I. Plasmaverbindungen zwischen Eizelle und Tragzelle vorhanden:

Tetrasporentragende Pflanze	1. Morphode	1. Generation
männlicher Gamophyt	2. Morphode	2. Generation
weiblicher Gamophyt + sporogene Fäden	3. Morphode	

II. Plasmaverbindungen zwischen Eizelle und Tragzelle fehlen:

Tetrasporentragende Pflanze	1. Morphode	1. Generation
männlicher Gamophyt	2. Morphode	2. Generation
weiblicher Gamophyt	3. Morphode	
sporogene Fäden	4. Morphode	3. Generation

Möglich sind beide Fälle; wahrscheinlich liegt aber bei beiden Gruppen der Florideen der erste (Plasmaverbindungen vorhanden) vor. Meine Gründe für diese Annahme finden sich in der angekündigten Arbeit.

Bei den gegenüber den Pteridophyten als reduziert zu betrachtenden Gymnospermen und Angiospermen lassen sich die Verhältnisse folgendermassen darstellen:

<table>
<tr><td colspan="2">Monöcische Gymnospermen und monöcische und zwitterige Angiospermen:</td><td></td></tr>
<tr><td>Sporophyt + reduzierter weiblicher Gamophyt</td><td>1. Morphode</td><td rowspan="7">Generationswechsel (Morphodenwechsel) liegt nicht mehr vor wegen der Verschmelzung des weiblichen Gamophyten mit dem weiblichen Sporophyten zu einer Morphode.</td></tr>
<tr><td>männlicher Gamophyt</td><td>2. Morphode</td></tr>
<tr><td colspan="2">Diöcische Gymnospermen und diöcische Angiospermen:</td></tr>
<tr><td>männlicher Sporophyt</td><td>1. Morphode</td></tr>
<tr><td>weiblicher Sporophyt + reduzierter weiblicher Gamophyt</td><td>2. Morphode</td></tr>
<tr><td>männlicher Gamophyt</td><td>3. Morphode</td></tr>
</table>

Des weiteren habe ich die Auffassung des Generationswechsels als Morphodenwechsel auch auf die im Tierreich als Metagenesis und Heterogonie bezeichneten Fälle anzuwenden versucht. Bezüglich der Ergebnisse dieser meiner Ueberlegungen muß ich jedoch auf die Arbeit im Biologischen Zentralblatt verweisen.

In seinen Vorlesungen hat Herr Prof. MEYER stets betont, daß der Generationswechsel (Morphodenwechsel) mit der Aenderung der Chromosomenzahl nichts zu tun hat, daß vielmehr eine Beziehung zwischen beiden nur dadurch besteht, daß es offensichtlich für die Pflanzen vorteilhaft sein muß, wenn diejenige Morphode, welche die Geschlechtszellen produziert, haploid ist, weil dann jede Zelle des Individuums ohne Vorbereitung (durch Reduktionsteilung) zur Geschlechtszelle werden kann. Diese Auffassung ist in meiner Arbeit desgleichen besprochen und kritisch beleuchtet.

Botanisches Institut Marburg/L., den 12. Juli 1918.

---

46. Theo. J. Stomps: Sproßbecher von Oenothera.

(Mit Tafel XIII und XIV.)

(Eingegangen am 17. Juli 1918.)

An anderer Stelle[1]) habe ich versucht, darzutun, daß die Ascidien, die von den verschiedensten Pflanzenarten gelegentlich als Anomalie erzeugt werden, zu zwei wesentlich verschiedenen Typen gestellt werden müssen, welche mit den Namen „Blattbecher“ und „Sproßbecher“ belegt werden können. Die Blattbecher sind von Haus aus Blattsynfisen und können hauptsächlich in einblättrige (incl. becherförmige Excrescenzen und becherförmige Teilblättchen zusammengesetzter Blätter) und zweiblättrige unterschieden werden. Sie werden bald lateral, bald terminal an den Sprossen vorgefunden. Stehen sie terminal, so verhindern sie bald das weitere Wachstum der Sprosse nicht, und dies scheint namentlich für die einblättrigen zu gelten, bald unterdrücken sie es mehr oder weniger, ohne jedoch den Vegetationspunkt in Wegfall zu bringen, und dies kann besonders von den zweiblättrigen gesagt

---

1) THEO. J. STOMPS, Blattbecher und Sproßbecher. Rec. d. Trav. botan. Neérl., Bd. XIV, 1917, S. 61

werden. Die Sproßbecher haben einen ganz anderen Ursprung als die Blattbecher und verdanken ihre Entstehung einer den betreffenden Pflanzen innewohnenden Eigenschaft, gelegentlich an anormalen Stellen das Sproßwachstum einzustellen. Im Zusammenhang hiermit sind sie immer nur terminal und die Vegetationspunkte der Sprosse kommen bei ihrem Auftreten gänzlich in Wegfall. Auch die Sproßbecher kann man in einblättrige und zweiblättrige unterscheiden.

Zu meiner Auffassung war ich gelangt durch ein genaues Studium der Ascidien von *Spinacia oleracea*, sowie verschiedener *Oenothera*-Arten. Von wesentlicher Bedeutung für ihr Zustandekommen war auch die Beobachtung, daß manchmal ein *Oenothera*-Stengel sein Wachstum einstellt, ohne einen terminalen Becher zu erzeugen, sowie die Tatsache, daß man, sowohl bei *Spinacia*-, wie bei *Oenothera*-Pflanzen, oft sonderbaren, kurzen, nicht becherförmigen Fädchen begegnet, dort, wo man einen beblätterten Sproß erwartet hätte. Schließlich konnte ich mich auf eine ältere Mitteilung von BEIJERINCK[1]) berufen, aus der bereits hervorging, daß die Ascidien in zwei scharf getrennte Gruppen zerfallen. Eine Varietät von *Brassica oleracea acephala* zeigte sich BEIJERINCK einer sehr eigentümlichen Zerreißung des Vegetationspunktes unterworfen. Die beiden dadurch entstandenen Teile kamen einander bald ungefähr gleich an Größe, bald spalteten sich ganz winzige Teile des Vegetationspunktes von demselben ab. Letztere konnten sich nun auf die Dauer als kurze Fädchen erhalten, sie konnten sich aber auch zu Ascidien ausbilden. Somit lag es auf der Hand, ein mangelndes Entwickelungsvermögen der Sprosse für das Entstehen dieser Ascidien verantwortlich zu machen und sie nicht als einfache Blattsynfisen zu betrachten.

Im Anschluß an meine vorige Mitteilung über Sproßbecher möchte ich hier nun eine neue Wahrnehmung über das Auftreten von Sproßbechern bei *Oenothera* erwähnen, welche etwa derselben Art ist, wie BEIJERINCKs eben in Erinnerung gebrachte Beobachtung. Ich machte sie im Versuchsgarten von Herrn Prof. HUGO DE VRIES an Nachkommen dritter Generation des *Truncata*-Typus aus der Kreuzung *Oenothera grandiflora* × *nanella*. Die Generation umfaßte 70 Individuen, von denen 30 geblüht haben. Sie stellte sich aus zwei Typen zusammen, nämlich 46 pCt. *Rapida*-

---

[1]) M. W. BEIJERINCK, Over regeneratie-verschynselen aan gespleten vegetatiepunten van stengels en over bekervorming. Ie Byl. tot de 86e Verg. d. Ned. Bot. Ver., 27. Jan. 1888, S. 85.

Pflanzen, welche nichts besonderes zeigten, und dann 54 pCt. *Truncata*-Individuen, welche ausnahmslos Sproßbecher zur Schau trugen oder doch wenigstens irgend eine Unregelmäßigkeit, welche mit dem Auftreten von Sproßbechern in Zusammenhang gebracht werden kann. Es ist gewiß merkwürdig, daß alle diese Individuen mit der Anomalie behaftet waren und es stellt sich die Frage, wie wohl die Nachkommenschaft ausgesehen haben würde. Leider ist dieser Punkt nicht untersucht worden. Allerdings ist es nicht sehr wahrscheinlich, daß die Erscheinung nochmals zum Vorschein gekommen sein würde, denn es ist eine bei Zwischenrassen sehr gewöhnliche Erfahrung, daß die Anomalie bald an allen Pflanzen, bald gar nicht beobachtet wird.

Alle *Truncata*-Individuen waren somit anormal und zwar zeigten sich die Unregelmäßigkeiten ausnahmslos im unteren Teil der Inflorescenz oder unmittelbar unterhalb derselben. Ich werde dem Leser am besten einen Eindruck von diesen Anomalien geben können, indem ich ihn einlade, jetzt die beiden beigegebenen Tafeln betrachten zu wollen, auf welchen ich eine Anzahl der interessantesten Teilstücke der anomalen Pflanzen zur Darstellung gebracht habe. Jede Figur bezieht sich auf eine besondere Pflanze.

Tafel XIII zeigt uns links oben ein gegabeltes Blatt aus einer Inflorescenz und in dessen Achsel zwei Sprosse, nämlich eine Frucht (hinten) und einen beblätterten Zweig (vorne, größtenteils weggeschnitten). Die Figur rechts oben ist der vorigen sehr ähnlich, nur sieht man hier in der Achsel des gegabelten Blattes einen beblätterten Zweig (hinten) und ein äußerst kleines, sich offenbar nicht weiter entwickelndes Sprößchen (vorne). Sehr lehrreich ist die Figur rechts unten. Sie stellt ein gewöhnliches Stengelstück dar mit den basalen Teilen von drei Blättern mit Achselzweigen, dem unteren Teile eines Blattes ohne Achselsproß (links oben), und einem zweinervigen Blatte (rechts), das von der Basis an aufwärts ungefähr bis zur Mitte eingerissen ist und infolgedessen zwei weit von einander entfernte Anheftungspunkte am Stengel hat, zwei Blattachseln, beide mit einem Achselsprößchen. Recht kompliziert ist der links unten abgebildete Fall. Von oben nach unten gehend sieht man hier eine Frucht in der Achsel eines normalen Blattes, dann, an der Hinterseite des Stengels, eine Frucht in der Achsel eines schief entwickelten Blattes, weiter links, eine Frucht in der Achsel eines ganz sicher halbierten Blattes, darauf, rechts, einen prachtvollen Becher, dessen Stiel und Unterseite dem Beobachter zugewendet sind, sodann, rechts, ein in der Figur noch eben gegen den Becher sichtbares zartes Fädchen und unmittelbar unterhalb desselben ein ähnlich wie in der vorigen Figur eingerissenes Blatt mit einer Frucht in der oberen und einem kräftigen Zweiglein in der unteren Blattachsel, schließlich wieder einen Becher (rechts), diesmal mit der Oeffnung nach vorne, noch ein normales Blatt mit Achselzweig (links), und drei zarte Fädchen, eins in der Nähe des Bechers und zwei oberhalb und zur Rechten des Blattes. Die Figur in der Mitte endlich zeigt uns als Besonderheiten: ganz oben eine deutlich zu breite Frucht mit sechs, anstatt mit vier Fruchtblättern und zwei halben, schiefen Tragblättern, in der Mitte ein kleines halbiertes Blättchen (an der Rückseite des Stengels) und zwei größere Blätter ohne Achselsprosse, ganz unten endlich einen der freien Stengeloberfläche entspringenden Becher und rechts davon wieder ein eingerissenes Blatt mit einem kräftigen Zweig in der oberen und einem zarten Sprößchen in der unteren Achsel.

Das Stengelstück der Figur links oben auf Tafel XIV hat drei Blätter aufzuweisen, zuerst ein großes Blatt an der Hinterseite, dann links ein (halb weggeschnittenes) Blatt mit zwei Achselsprossen, von denen der eine (gekürzt) sich kräftig entwickelt hatte und jetzt noch eben über sein Tragblatt emporragt, der andere dagegen klein blieb, schließlich rechts ein Blatt, dessen Achselknospe sich seitlich etwas aus der Achsel verschoben hat und das auf dem Rücken des Mittelnerven eine kleine becherförmige Excrescenz trägt. Übrigens sieht man in dieser Figur noch zwei ganz winzige „Achselsprößchen“, welche frei, nicht in der Achsel eines Tragblattes, der Vorderseite des Stengels aufsitzen, und zwei Ascidien, von denen die eine, schön tutenförmig, der Vorderseite, die andere, wenig tief, in der Figur zwischen dem Stengel und dem Blatte mit der becherförmigen Excrescenz sichtbar, der Hinterseite des Stengels entsprießt. Die Figur links unten auf Tafel XIV zeigt uns von oben nach unten zuerst drei Früchte mit verdächtig schmalen, mitunter etwas unsymmetrischen Deckblättern (das Tragblatt der untersten Frucht abgefallen), dann, links ein Blatt ohne die geringste Spur einer Achselknospe, weiter ein zartes an der Spitze etwas verdicktes Fädchen, ein Blatt mit einer Frucht in seiner Achsel oder besser neben derselben, denn die Frucht kommt deutlich aus der Achsel nach vorne, schließlich, links, noch ein sehr zartes Fädchen und ein sehr feines Becherchen. In der Figur in der Mitte unserer Tafel XIV fallen zuerst auf drei halbe, unsymmetrische, sichelförmige Blätter ohne Achselknospe, eins in der Mitte rechts und zwei an der Vorderseite des oberen Teiles des Stengels. Namentlich ist aber an diesem Beispiele interessant, daß die unterste Frucht sich nicht in der Achsel eines Deckblattes befindet, sondern frei auf der Stengeloberfläche. Links von ihr sieht man noch ein ganz winziges freies Sprößchen und darunter drei Fädchen, zwei dickere, kürzere und ein sehr zartes, rechts von ihr ein stark unsymmetrisches, fast rein halbes Blatt mit einem kräftigen Achselzweig, und zu diesem Blatte gehört offenbar ein weiteres halbes Blatt, das in dieser Höhe der Hinterseite des Stengels angeheftet ist, den Mittelnerven nach vorne kehrt, wie das eben erwähnte Blatt nach hinten, und keine Achselknospe birgt. Der Zweig rechts auf Tafel XIV endlich zeigt uns an der Vorderseite oben ein kleines freies Sprößchen ohne Tragblatt, unmittelbar unterhalb desselben ein kurzes Fädchen, etwa in der Mitte noch zwei zarte Fädchen, schließlich, ganz unten, an der Vorderseite, ein sehr schönes Becherchen, hat aber sonst nichts anormales.

Die weiteren abweichenden Individuen zu besprechen oder abzubilden hätte keinen Zweck und ich würde mich damit nur wiederholen. Wie muß man nun die sonderbaren, hier beschriebenen Erscheinungen, die offenbar mit einander im Zusammenhang gebracht werden dürfen, und damit das Auftreten der Ascidien verstehen? Es wird uns nicht schwer fallen, diese Frage zu beantworten.

Betrachten wir namentlich noch einmal die Figuren unserer Tafel XIII, so kommen wir zur Einsicht, daß der primäre Faktor, mit dem wir bei der Deutung der erwähnten Anomalien zu rechnen haben, eine Gabelung von Deckblättern mitsamt ihren Achselsprossen ist. Bald erfolgt die Verzweigung der Achselknospe früher, als die ihres Tragblattes, bald gabelt sich zuerst das Blatt. Ersteres ersieht man z. B. aus den Figuren links und rechts oben auf Tafel XIII und besonders aus der ersten Figur unserer zweiten Tafel, letzteres aus der mittleren Figur der Tafel XIII, welche uns ja ganz oben eine Frucht mit 6 Fruchtblättern, gestützt von zwei Brakteen vorführt. Von großer Wichtigkeit ist die Tatsache, daß die Gabelung, wie jede Dichotomie, in sehr ungleiche Teile stattfinden kann, was zur Folge hat, daß manchmal in einer und derselben Blattachsel neben einem kräftigen Zweige ein ganz winziges Sprößchen, dem die Kraft sich zu entwicklen offenbar fehlt, angetroffen wird. Von besonderem Interesse ist weiter die Erscheinung, daß die Teilprodukte einer ursprünglich einheitlichen Achselknospe auf der Stengeloberfläche auseinanderrücken können, sogar wenn das zugehörige Deckblatt seine Teilung noch nicht vollendet hat, wie in den drei unteren Figuren unserer Tafel XIII. Schließlich verdient unsere Aufmerksamkeit die Erscheinung, daß eine Achselknospe aus seiner Achsel herausrutschen kann, um einen Platz auf der freien Stengeloberfläche einzunehmen. In dieser Weise muß man es verstehen, daß in unseren Figuren, namentlich denen der Tafel XIV so viele Blätter, unverzweigte und halbe, ohne Achselknospe gesehen werden, somit Früchte ohne Deckblatt und kleinere und größere „freie“ Sprößchen.

Nachdem wir dies alles gesehen haben, kann es uns nicht schwer fallen, die übrigen Unregelmäßigkeiten an unseren Pflanzen, nämlich das Vorkommen von Fädchen und von Ascidien, zu erklären. Was zunächst die Fädchen anbetrifft, so versteht es sich jetzt fast von selbst, daß diese als Sprößchen aufgefaßt werden müssen, denen das Vermögen sich zu entfalten von Anfang an fehlte. Sie sind ähnlicher Natur, wie die von BEIJERINCK früher für *Brassica* und *Veronica*, von mir für *Spinacia* und Oenotheren beschriebenen Fädchen. Oben habe ich ja schon darauf hingewiesen, daß die durch Gabelung einer Achselknospe entstandenen Sprosse und die freien Sprößchen manchmal einen recht verkümmerten Eindruck machen, und von diesen bis zu den Fädchen ist nur noch ein Schritt. Wir stellen uns also vor, daß bei der Gabelung von Achselknospen gelegentlich so winzige Teile des Vegetationspunktes abgespalten werden, daß diese sich weiterhin als Fädchen darbieten müssen, weil ihnen die erforderliche Entwickelungsfähigkeit fehlt. Was schließlich die Ascidien anbetrifft, so ist dem eingeweihten Leser schon deutlich geworden, daß wir es hier nicht mit einfachen Blattsynfisen zu tun haben, sondern mit echten Sproßbechern, entstanden, ebenso wie die Fädchen, durch Hemmung des Wachstums eines Sproßvegetationspunktes, diesmal aber in einem späteren Entwickelungsstadium, als sich schon ein erstes Blatt angelegt hatte. Zusammenfassend können wir sagen, daß diese Mitteilung ein weiteres Beispiel liefert der von BEIJERINCK früher schon beschriebenen Erscheinung, daß die Gabelung eines Sprosses in so ungleiche Teile stattfinden kann, daß die schwächsten Teilprodukte sich nicht weiter zu entwicklen vermögen und bloß zu undifferenzierten Fädchen und kleineren oder größeren Sproßbechern werden.

Zum Schluß möge eine kurze Bemerkung gemacht werden über das Wesen der so eigentümlichen Zerreißung von Blättern und Achselknospen, wie wir sie hier für *Oenothera* kennen gelernt haben. Es kommt mir vor, daß dies doch nicht so schwer zu verstehen ist. In einer vorigen Mitteilung[1]) habe ich darauf hingewiesen, daß für das Zustandekommen zahlreicher Anomalien bei den höheren Pflanzen immer das Wiederauftreten der dichotomen Verzweigungsweise der niederen Pflanzen verantwortlich gemacht werden muß, eine Einsicht, die uns erlaubt, eine Vielheit von Erscheinungen auf eine einzige zurückzuführen. Ich nannte damals die Fasciation, die meiner Meinung nach einen ersten Schritt in der Richtung der Dichotomie bedeutet, die Tri- und Tetracotylie, oft mit dem Auftreten von Verbänderung verknüpft: im Zusammenhang hiermit die Gabelung von Laubblättern, schließlich die Polymerie der Blüten von *Oenothera*, oft mit Unrecht als Folge von Synanthie betrachtet. Besonders in diesem Jahre zeigte es sich mir, wie sehr die Oenotheren zu einer Rückkehr zur Dichotomie neigen. Ungemein häufig waren in meinen Kulturen die tricotylen Keimpflanzen, die fasciierten und sogar die rein dichotom verzweigten Stengel, die gegabelten Blätter und die polymeren oder fasciierten Blüten. Die überzählige Frucht der mittleren Figur unserer Tafel XIII darf uns ein Zeichen dafür sein, daß tatsächlich den hier beschriebenen Anomalien das Wiederauftreten der dichotomen Verzweigungsweise, nur in einem ganz besonderen Grade, zugrunde liegt.

---

[1]) THEO. J. STOMPS, Vergrünung als parallele Mutation. Rec. d. Trav. botan. Néerl., Bd. XV, 1918.

Erklärung der Tafeln XIII u. XIV im Text.

47. A. Pascher: Von einer allen Algenreihen gemeinsamen Entwickelungsregel.

(Mit 13 Abbildungen im Texte.)

(Eingegangen am 21. Juli 1918.)

Beim Studium der in den einzelnen Algenstämmen auftretenden Parallelreihen fiel die regelmäßige Wiederkehr einer entwicklungsgeschichtlichen Tatsache auf, die den Eindruck zeitigte, es handle sich dabei um eine allgemein geltende Regel. Ich habe sie bereits in meiner Studie „Über Flagellaten und Algen“[1]) ausdrücklich hervorgehoben und sie in der Abhandlung über die entwickelungsgeschichtlichen Zusammenhänge der Rhizopoden und

---

1) Pascher, A. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1914, S. 156.

Flagellaten wieder[1]) erwähnt. Diese anscheinend allgemein geltende Regel lautet deskriptiv gefaßt: Überall wo in der Entwickelung der Algenreihen die Ausbildung der Einzelzellen (des Zellindividuums) betont wird, setzt eine Reduktion der Flagellatenstadien (Schwärmer) ein, die schließlich mit dem völligen Verluste derselben endet[2]). Der Ton liegt hierbei auf „Einzelzelle"[3]), denn dort, wo Zellfäden ausgebildet werden, bleiben die Schwärmer erhalten.

In allen auf Flagellatenreihen zurückführbaren Algenstämme finden wir eine Gruppe, die die Einzelzelle besonders entwickelt, — bei allen Algenstämmen ist gerade in dieser Gruppe die Rückbildung der Schwärmerstadien nachweisbar. Das soll nun gezeigt werden.

Unter den **Chlorophyceen**, die mit Flagellatentypen wie *Chlamydomonas* beginnen, deren Organisation sie in ihren beweglichen Vermehrungsprodukten immer wiederholen, ist eine Reihe ausgebildet, die dadurch charakterisiert ist, daß sie einzellige, isoliert lebende, unbewegliche Formen umschließt, die in ihren einfachsten Formen wie bewegungslos gewordene *Chlamydomonas*individuen, deren Membran sich ganz geschlossen hat, aussehen, die aber in ihrer weiteren Entwickelung dann die Zelle in mannigfacher Weise ausbilden, z. B. in Anpassung an bestimmte Lebensweisen, oder zu bestimmten Kolonien zusammentreten. Es ist dies die Reihe der Protococcales. Ihre Vermehrung erfolgt bei einer Reihe derselben, die deshalb als Zoosporinae[4]) bezeichnet werden, durch Schwärmer, die ganz in derselben Weise zustande kommen, wie sie z. B. *Chlamydomonas* innert der Hülle zu zwei oder mehr bildet, die dann austreten um zu neuen *Chlamydomonas*individuen heranzuwachsen. Eine zoosporine Protococcalenzelle, z. B. *Chlorococcum* (vergl. Abb. 1), oder ein festsitzendes *Characium* bildet sich ebenso wie eine solche *Chlamydomonas* in ein Zoosporangium um, Protoplasma und Kern teilen sich wiederholt, die Teilstücke wandeln sich in Schwärmer um, die aus der erweiterten Mutterzelle austreten, um nach längerem Schwärmen bewegungslos zu werden, sich zu behäuten und zu einer neuen kleinen *Chlorococcum*- oder *Characium*zelle zu werden. Die Zellen solcher Protococcalen teilen sich demnach nicht direkt, bilden die neuen unbeweglichen Tochterzellen nicht direkt, sondern mittels der Schwärmer aus.

---

[1]) PASCHER, A., Flagellaten u. Rhizopoden in ihren gegenseitigen Beziehungen. Versuch einer Ableitung der Rhizopoden, Archiv für Protistenkunde XXXVIII. (1917), S. 29, auch selbständig.

[2]) Phylogenetisch gefaßt (die Richtigkeit der Ableitung der Algen von Flagellaten vorausgesetzt), müßte es heißen: Überall dort, wo in der holophytischen Weiterentwickelung der einzelnen Flagellatenreihen, die Betonung der Einzelzelle einsetzt.

[3]) Die auch zu lockeren kolonialen Verbänden sich vereinigen können.

[4]) Vgl. BRUNNTHALERS Bearbeitung der Protococcalen in meiner Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz, Bd. V.

Schwärmer besorgen auch die geschlechtliche Fortpflanzung.

Diesen zoosporinen Protococcalen mit Vermehrung durch Schwärmer steht eine andere Reihe gegenüber, deren Entwickelungsgang wesentlich vereinfacht ist: es werden ebenfalls innert der Zelle mehrere Teilstücke des Protoplasten gebildet; die wandeln sich aber nicht erst in Schwärmer um, sondern bleiben bewegungslos, runden sich gleich nach der Spaltung des Protoplasten ab, behäuten sich und werden zu kleinen Zellen (meist vier) (vgl. Abb. 2), die dann durch Verquellen der erweiterten Mutterzellhaut frei werden. Diese unbeweglichen Vermehrungszellen heißen Autosporen (vgl. Abb. 3), sie nehmen oft bereits noch innert der Mutterzelle die für die Art charakteristische Zellform an; bei koloniebildenden Typen ordnen sie sich noch in der Mutterzelle zu kleinen Tochterkolonien an. Solche autosporine Protococcalen sind *Chlorella*, oder *Tetraëdron*, von Kolonien bildenden sind *Scenedesmus* und *Raphidium* die bekanntesten Typen.

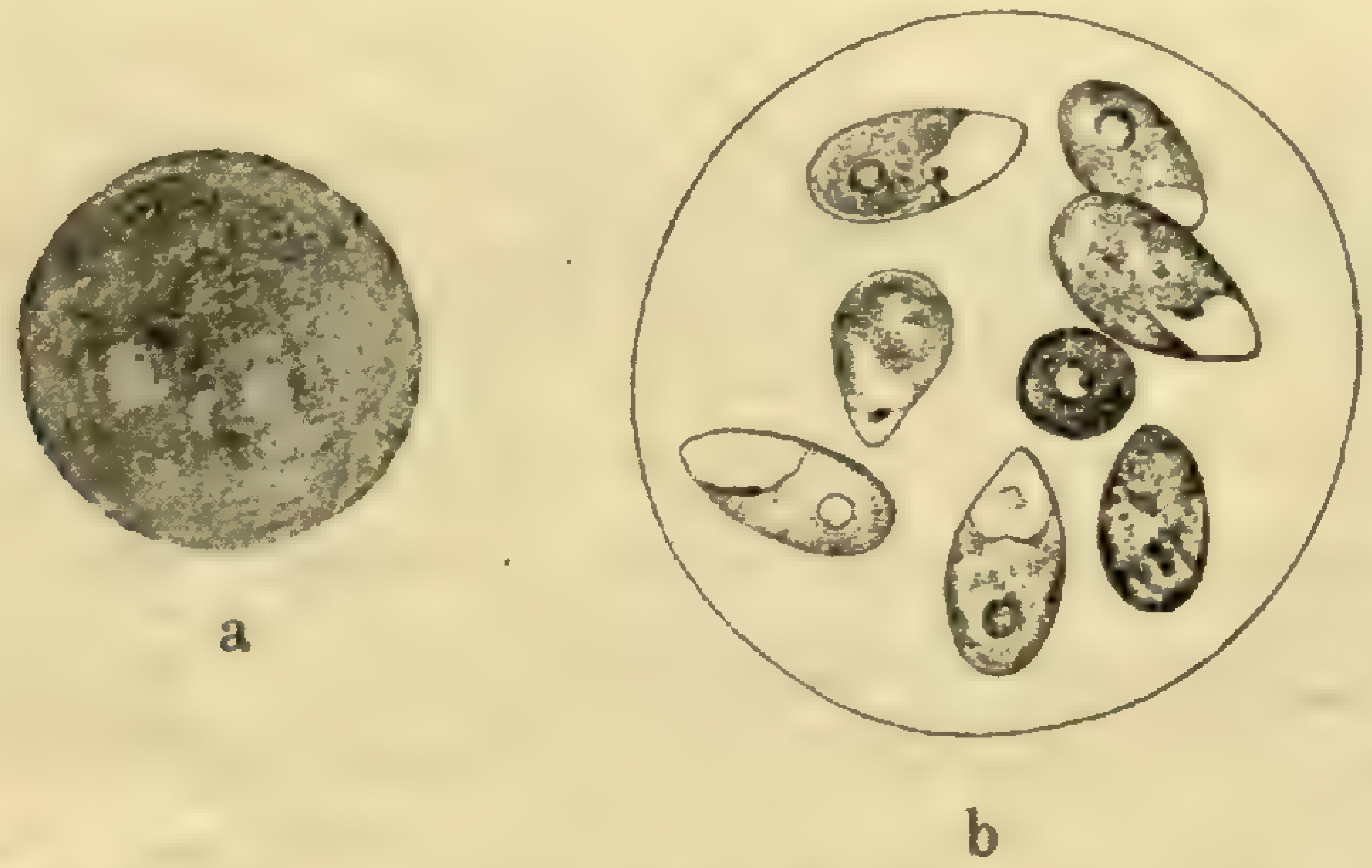


Abb. 1. Zoosporine Protococcale: *Chlorococcum* spez. a. vegetative Zelle, b. mit Schwärmern.

Der Entwickelungsgang der autosporinen Protococcalen erscheint demnach gegenüber dem der Zoosporinen wesentlich dadurch abgekürzt, daß sich die Teilstücke des Protoplasten, ohne den Umweg über die beweglichen und als solche austretenden Schwärmer, direkt in die Tochterzellen umwandeln; die Ontogenese erscheint verkürzt.

Daß diese Autosporen nichts anderes sind als die bereits in der Mutterzelle bewegungslos gewordenen Schwärmer, liegt auf der Hand und wurde auch von OLTMANNS[1]), soweit ich absehe, angenommen. Diese Annahme ist auch begründet, denn die Bildung der Autosporen erscheint keineswegs unvermittelt: und wir kennen Protococcalen, die in dieser Entwickelung gerade eine Zwischenstellung einnehmen, die bereits recht funktionsunfähige Schwärmer ausbilden, die zwar noch innert der Mutterzelle eine unbeholfene

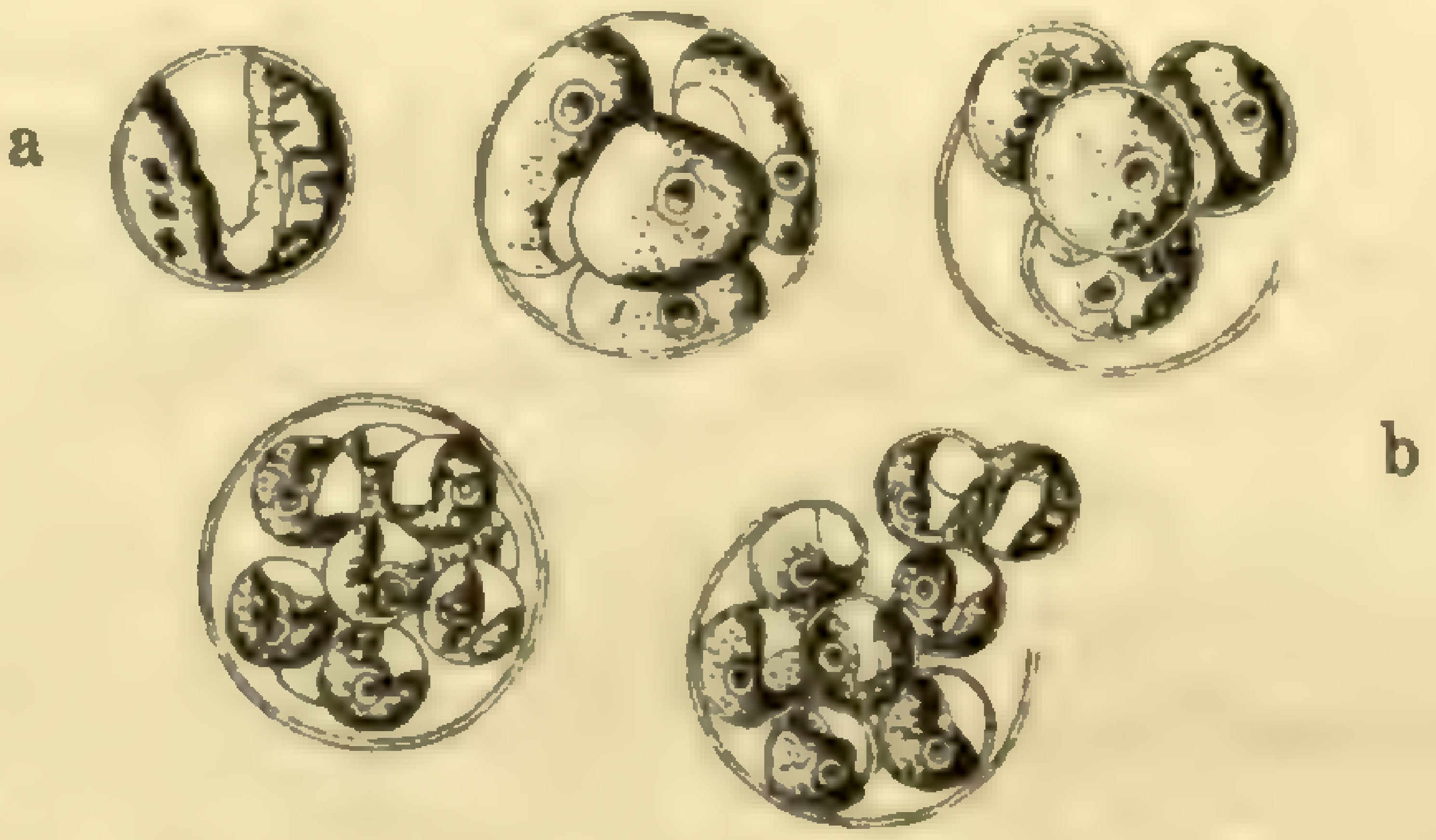


Abb. 2. Autosporine Protococcale: *Chlorella* spez. a. vegetative Zelle. b. mit 4 und 8 z. T. austretenden Autosporen (nach GRINTZESCO).

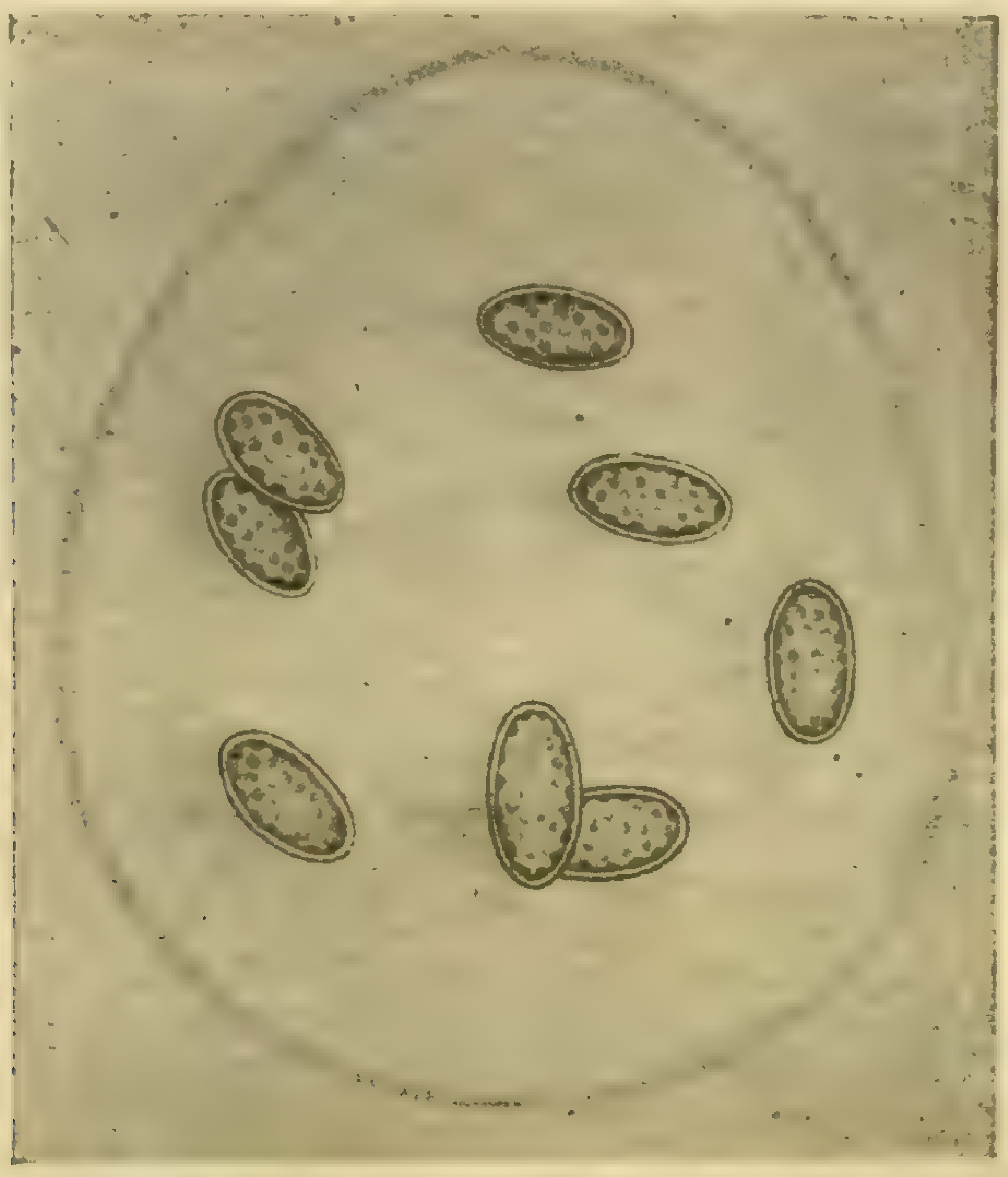


Abb. 3. *Oocystis* — autosporine Protococcale, 8 innert der Mutterzelle direkt gebildete Tochterzellen, die erweiterte Mutterzellhaut bereits verquellend (nach LEMMERMANN).

---

1) OLTMANNS Morphologie u. Biologie der Algen I, S. 184 (bei *Chlorella*) u. den Scenedesmaceen; doch hat er diese Deutung anscheinend nicht für die Autosporen von *Eremosphaera* (I., S. 182).

Bewegung mittels der Geißeln besitzen, diese Bewegung aber gar bald einstellen und sich unter Behäutung noch in der Mutterzelle zu Kolonien zusammenschließen.

Solche Übergangsstadien von der Zoosporen- zur Autosporenbildung stellen die Gattungen *Pediastrum* und *Hydrodictyon*[1]) dar; in den Einzelzellen dieser koloniebildenden Protococcalen bilden sich zahlreiche kleine Schwärmer aus, die unbeholfen umherwackeln, nie mehr völlig frei werden, sich oft bereits in der Mutterzelle immobilisieren und dort gleich eine Tochterkolonie bilden oder gemeinsam in einer Blase aus der Mutterzelle austreten und dann nach dem Austritt in diese Blase sich zur Tochterkolonie zusammenschließen.

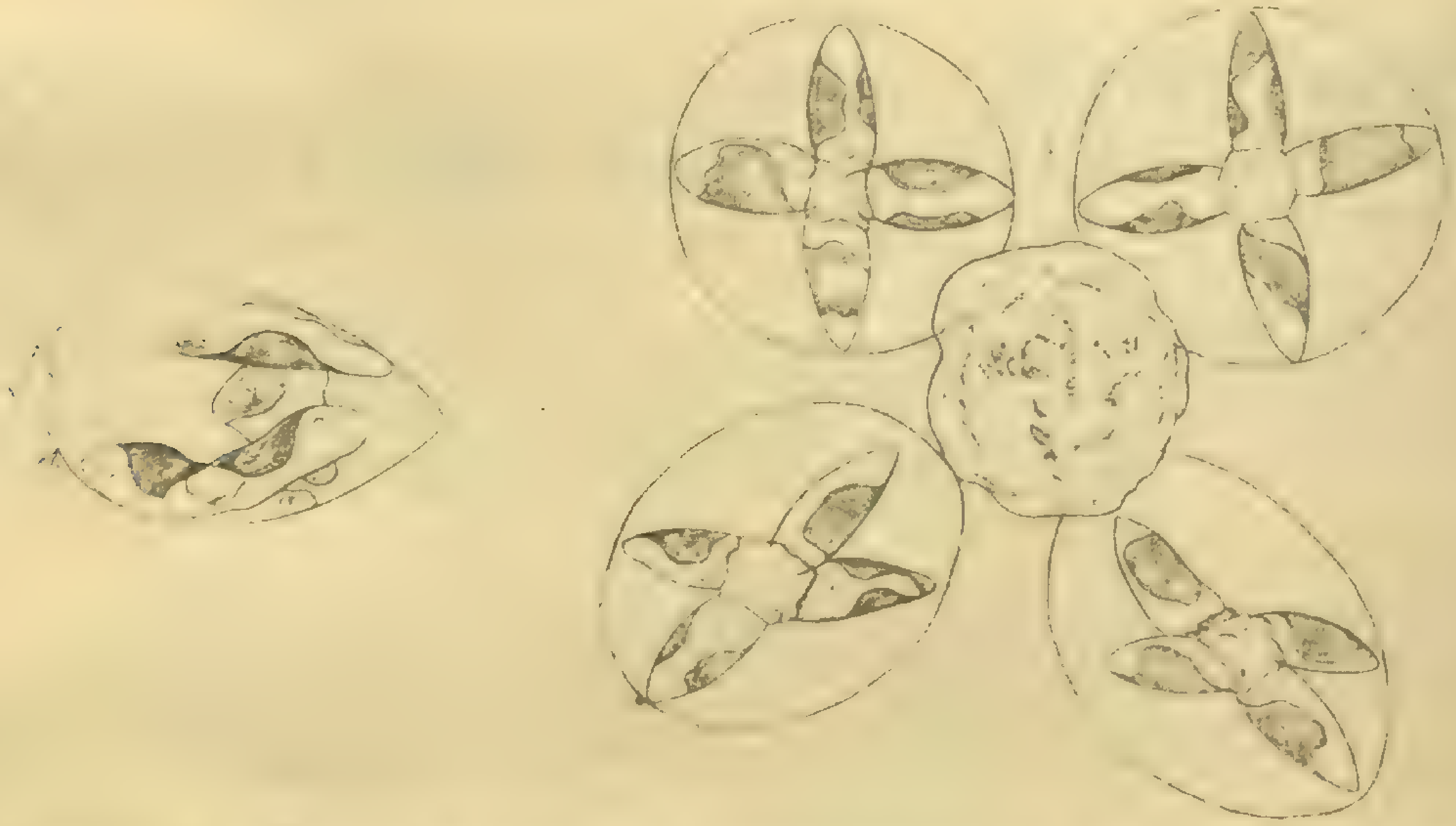


Abb. 4. *Marthea*, eine neue autosporine Protococcale, bei der die Teilstücke noch Stigma und Vakuolen der Schwärmer, jedoch keine Geißeln mehr haben, sich noch eine Zeitlang amoeboid innert der Mutterzelle bewegen, dann behäuten und dann hier die Tochterkolonie bilden.

Diese in ihrer Bewegung so sehr reduzierten Schwärmer, die nie mehr frei schwärmen, sondern innert der Blase oder der Mutterzelle geringe Bewegung zeigen, lassen sich nur im Sinne der Reduktion, als Übergang zur unbeweglichen Autospore verstehen.

Als solcher Übergang von ganz besonderem Interesse ist die Protococcale *Marthea* (vgl. Abb. 4); hier zeigen die Teilstücke des Protoplasten, die sonst als Schwärmer austreten, zwar noch Stigma und pulsierende Vakuolen, bilden aber keine Geißeln mehr aus, wie es noch die kleinen in Reduktion begriffenen Schwärmer von *Pediastrum* und *Hydrodictyon* tun; sondern sie zeigen nur mehr amoe-

---

1) Nach Untersuchungen von PROBST (Basel) auch *Sorastrum*.

boide Bewegung, kriechen als kleine, grüne Amoeben in der Mutterzelle herum, um bald ihre Bewegung einzustellen und in charakteristischer Weise zur radförmigen Kolonie zusammenzuschließen und sich zu behäuten.

Nun sind tatsächlich die Autosporinen die vorgeschrittensten Typen unter den Protococcalen nicht nur in der Ausgestaltung der Einzelzelle im Sinne verschiedentlicher Anpassung auch in der Koloniebildung — und entsprechend dieser Ausgestaltung erfolgt anscheinend die Reduktion der Zoosporen. Die Autosporen der autosporinen Protococcalen sind tatsächlich die reduzierten Schwärmer und diese Reduktion läßt sich in schöner Reihe verstehen: bei *Chlorococcum* oder *Characium* bewegliche und austretende Zoosporen; bei *Hydrodictyon* und *Pediastrum* wie *Sorastrum* nur mehr ganz kurz bewegliche nicht mehr austretende Schwärmer mit Geißeln, die noch in der Mutterzelle zur Ruhe kommen; bei *Marthea* die Teilstücke noch mit Stigma und Vakuolen, doch ohne Geißeln und nur mehr mit kurz dauernder amoeboider Beweglichkeit in der Mutterzelle, beim allergrößten Teil aber, den Autosporinen dann völlig bewegungslose Teilstücke, die sich sehr bald behäuten: die Autosporen.

Und diese zunehmende Reduktion der Zoosporen läuft bei den Protococcalen in ausgesprochenster Weise parallel der immer mehr ausgesprochenen Betonung der Entwickelung der Einzelzellen und ihrer Ausgestaltung, wobei zu bemerken ist, daß die Autosporenbildung die ausschließliche Vermehrungsweise dieser Protococcalenreihe ist. Nur bei dieser findet sie sich, bei den fadenförmigen Grünalgen, den Ulotrichalen, wie den Siphonalen findet eine solche Reduktion der Schwärmer nicht statt, sie bleiben dort das hauptsächlichste Vermehrungsorgan und wo sie dort ausfallen, so gehen die Gründe dafür auf andere Momente zurück (einzelne aërophile Algen, einzelne Siphonalen).

* * *

Daß auch die **Dinoflagellatae** oder Peridineen nicht bei der Bildung beweglicher Formen stehen geblieben sind, zeigte in seiner wichtigen letzten Peridineenarbeit KLEBS[1]), indem er isoliert lebende völlig zelluläre wie *Cysto-*, *Hypno-*, *Tetra-*, *Stylo-*, *Phyto-* und *Gloeodinium* wie auch andere Formen nachwies. Daß auch fädige braune Algen im engsten Zusammenhang mit Dinoflagellaten stehen, wies ich bei der merkwürdigen *Dinothrix* nach. Darnach stehen die Dinoflagellatae mit zellulären Algenreihen ebenfalls in engem verwandtschaftlichen Zusammenhang und setzen sich wie fast alle anderen gefärbten Flagellatenreihen in einer Algenreihe fort (*Dinophyceae*).

---

[1]) KLEBS, G., Über Flagellaten und Algen ähnliche Peridineen. Verh. des naturf. mediz. Vereines Heidelberg XI. (1912), Heft 4, S. 369.

Auch unter den einzeln lebenden, zellulären Dinophyceen — *Dinococcales* — in Analogie zu der Parallelstufe der Chlorophyceen, der *Protococcales* genannt, läßt sich die Reduktion der Zoosporen leicht nachweisen. *Cystodinium* Klebs eine doppelhörnige Dinococcale (die sich von den ebenfalls doppelhörnigen Cysten einzelner Gymnodinien, nur dadurch unterscheidet (vgl. Abb. 5), daß sie eben den allergrößten Teil ihres Lebens in diesem unbeweglichen Stadium verlebt) mit den zahlreichen braunen Chromatophoren der Dinophyceen bildet (Abb. 4) zur Vermehrung zwei oder vier kleine *Gymnodinium*-gleiche Schwärmer aus, die ausschlüpfen und nach kurzer Schwärmzeit neue solche Doppelhornzellen bilden.

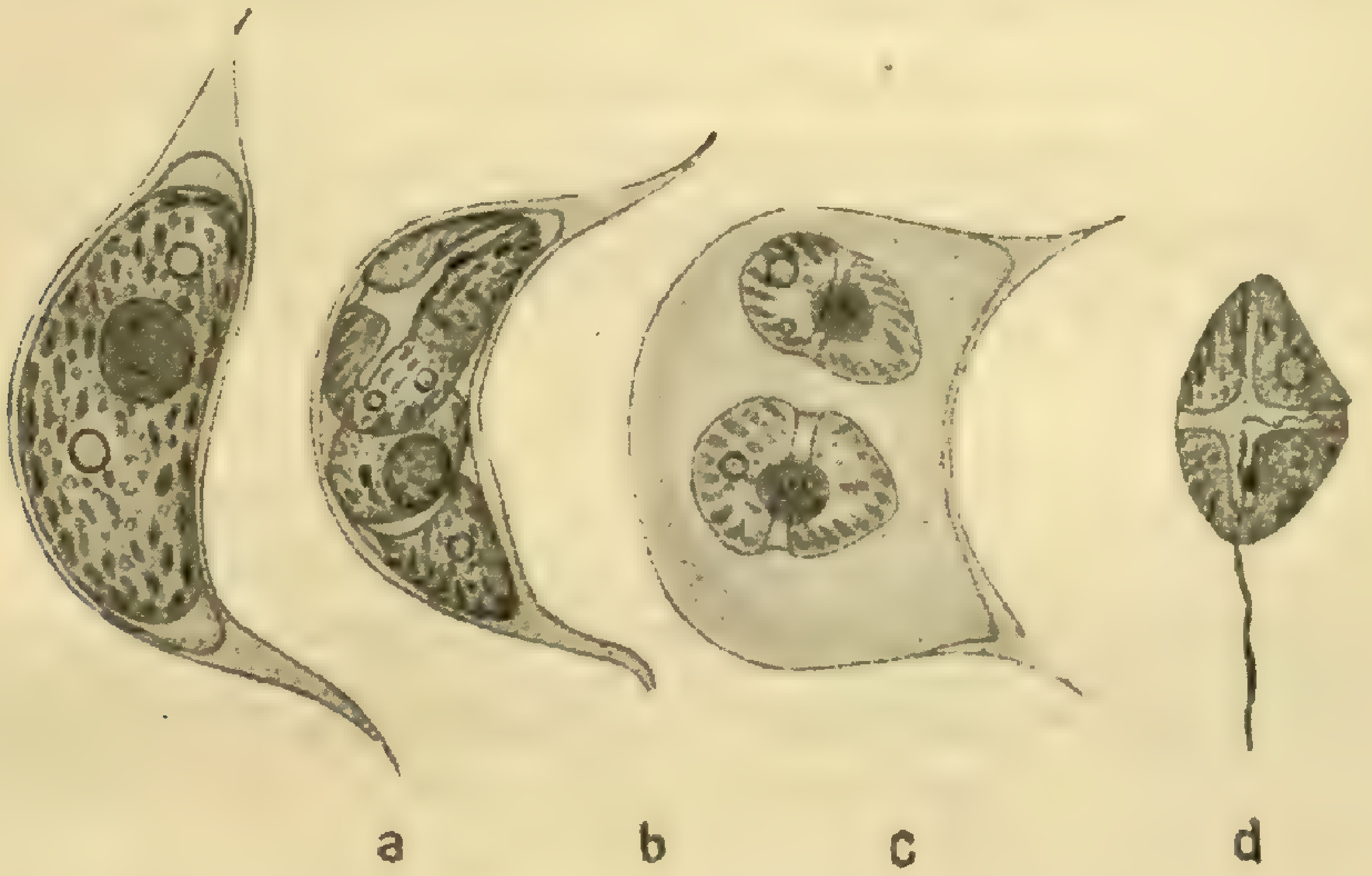


Abb. 5. Eine zoosporine Dinococcale: *Cystodinium*, a. doppelhörnige Zellen, in denen b. c. 2 oder vier *Gymnodinium*artige Schwärmer d. gebildet werden, die dann austreten, schwärmen und unter Bildung einer neuen Doppelhornzelle bewegungslos werden (nach KLEBS).

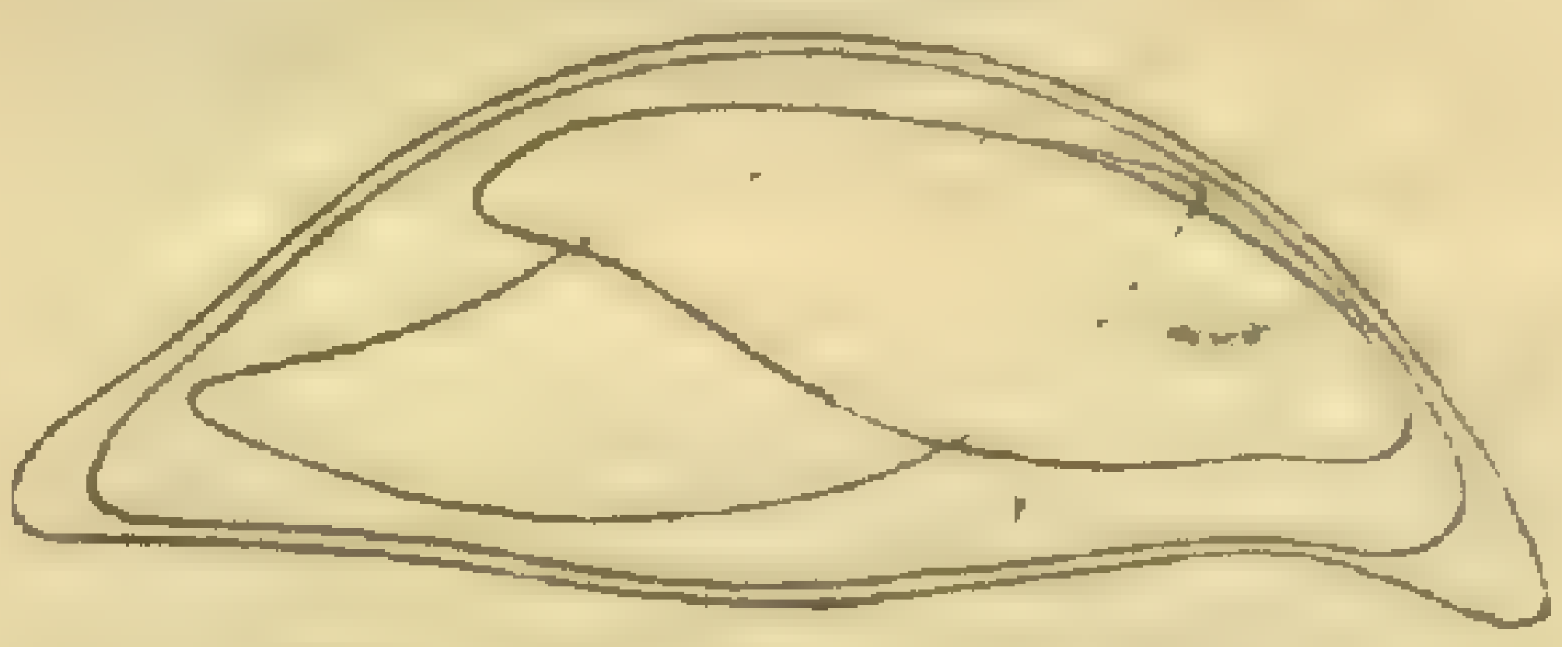


Abb. 6. Ein anderes *Cystodinium*, das keine Schwärmer, sondern die doppelhörnigen Zellen noch in der Mutterzelle gebildet hat.

Eine andere von mir beobachtete Art (Abb. 6), die etwas plumper ist, bildet aber bereits in der Mutterzelle zwei oder vier kleine längliche Zellen und keine *Gymnodinium*-artigen Schwärmer mehr, welche Zellen bald die charakteristische Doppelhorngestalt annehmen. Hier ist also bereits Autosporenbildung vorhanden.

Eine andere Dinococcalengattung die Phytodiniacee *Phytodinium* Klebs (Abb. 7) bildet kleine ellipsoidische bis brotlaibartige Zellen mit Cellulose-membran und einem großen Kern. Die Zweiteilung der Zellen besteht darin, daß sich der Protoplast in zwei Teilstücke teilt, deren jedes sich mit einer Membran umgibt, wobei die Mutterzellhaut frühzeitig verschwindet. Es sind gewissermaßen zwei Autosporen gebildet[1]).

Wie diese mit den ursprünglichen Schwärmern zusammenhängen, sie nichts anderes sind, als die bewegungslos gewordenen Schwärmer, die bei *Phytodinium*, wie auch bei *Chlorella* oder dem zweiten eben besprochenen *Cystodinium* gar nicht einmal mehr Schwärmerform annehmen, das zeigt mit ganz einziger Klarheit *Hypnodinium* Klebs. Nach den Untersuchungen KLEBS, die ich im Sommer 1917 in Freiburg i. Breisgau an Material aus den dortigen Hanflöchern bestätigen konnte, stellt *Hypnodinium* (Abb. 8) eine kugelige, relativ sehr große Zelle mit großem, zentralem Kerne, zahlreichen Chromatophoren dar. Oft, nicht immer, ist ein Augenfleck vorhanden.

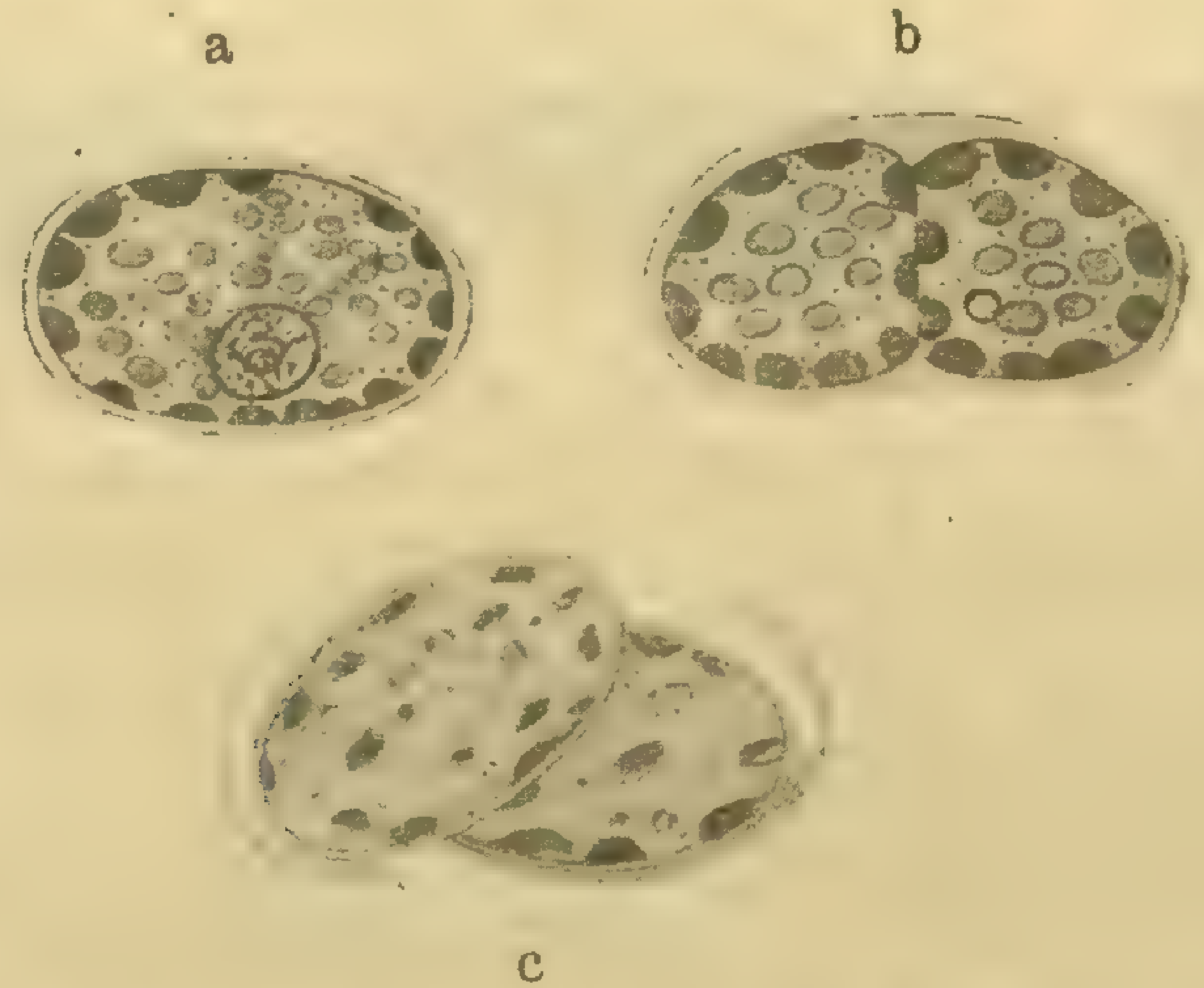


Abb. 7. *Phytodinium* Klebs, a. vegetative Zelle, b. Bildung zweier Autosporen, c. Freiwerden derselben a. b. nach KLEBS.

Vor der Teilung bekommt der ganze Protoplast die Struktur der Dinoflagellaten, der Zellinhalt wird zu einem *Gymnodinium*-artigen Schwärmer, der aber keine Geißeln mehr, aber noch die charakteristische Längs- und Querfurche bildet. *Hypnodinium* ist demnach nichts anderes als ein behäutetes, zellulär gewordenes *Gymnodinium.* Dann teilt sich dieser Dinoflagellaten-artige Proto, plast innert der Mutterzelle in zwei *Gymnodinium*-artige Teilstücke- die zwar das charakteristische Furchensystem, aber ebenfalls keine Geißeln mehr haben und auch nicht als bewegliche Schwärmer austreten. Die Mutterzellhaut dehnt sich dann sehr aus, die Tochterzellen werden schließlich frei und nahmen hierbei sofort unter Verlust ihrer Furchenstruktur mit einem Rucke kugelige Gestalt an, um zur normalen Größe heranzuwachsen. Oft aber verlieren sie noch innert der gedehnten Mutterzellhaut ihre Furchenstruktur behäuten sich und werden innert der Mutterzelle zu Autósporen (Abb. 8a).

---

[1]) Ich konnte *Phytodinium* lange studieren, fand aber nie bewegliche Stadien.

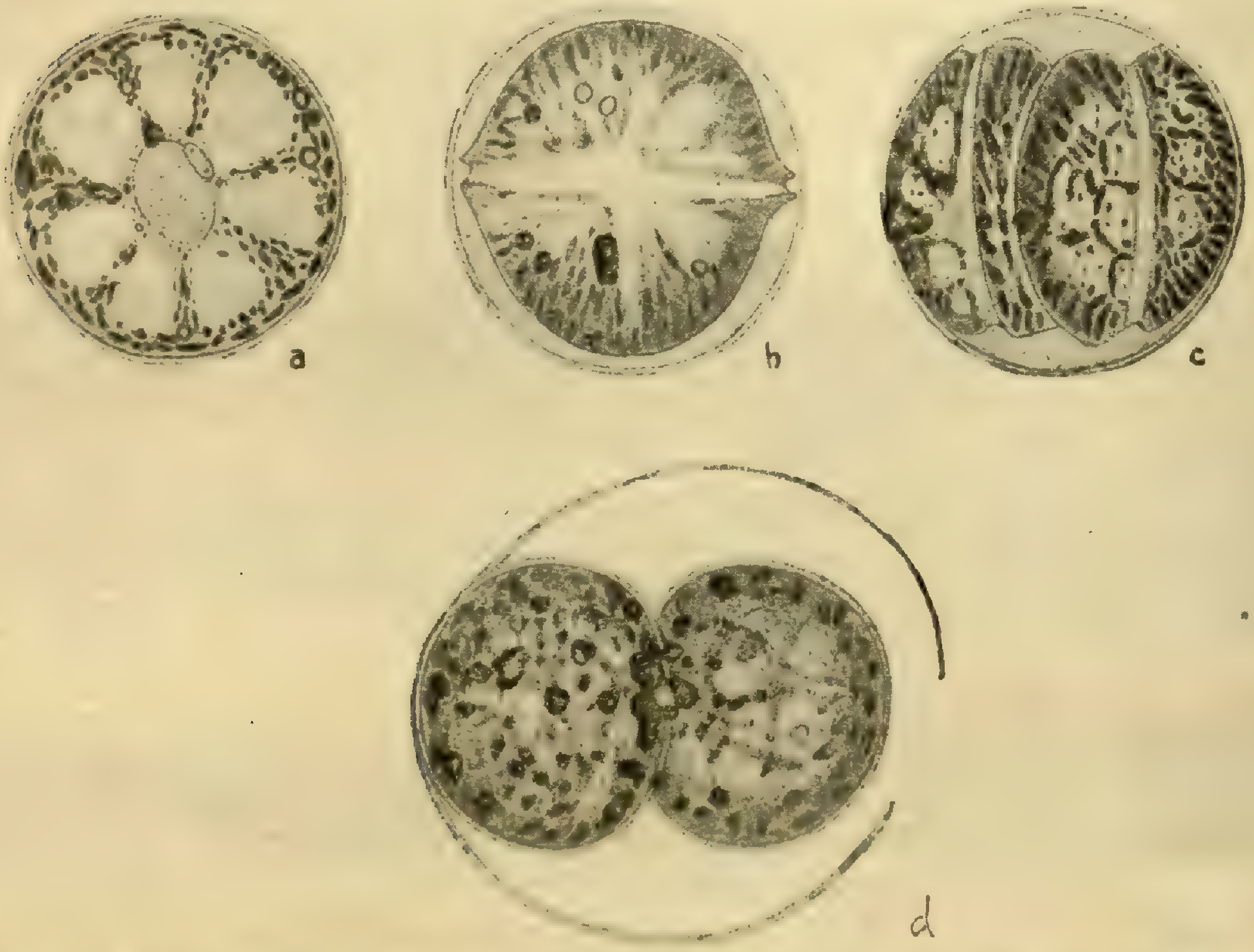


Abb. 8. *Hypnodinium,* a. vegetative Zelle, die b. vor der Vermehrung in ihren Protoplasten Dinoflagellatenorganisation annimmt, c. Bildung der *Gymnodinium*-artigen Teilstücke mit den Peridineenfurchen, doch ohne Geißeln; diese Teilstücke d. wandeln sich entweder noch in der Mutterzelle oder nach dem Austreten in behäutete kugelige Zellen ohne Furchenstruktur um (a. b. c. nach KLEBS).

Hypnodinium ist also ein deutliches Übergangsglied von den zoosporinen Dinococcalen, die noch frei werdende Schwärmer bilden, zu den autosporinen. Bei *Hypnodinium* nehmen die Teilstücke noch die Struktur der Schwärmer an, bilden aber keine Geißeln mehr aus, bleiben unbeweglich, um dann entweder zwar noch aus der Mutterzelle auszutreten und dann zu kugeligen Zellen zu werden, oder aber diese kugeligen Zellen noch in der Mutterzelle zu bilden.

Bei der Gattung *Tetradinium* ist die Reduktion der Schwärmer noch weiter vorgeschritten, hier bilden sich innert der Mutterzelle zwei Teilstücke des Protoplasten, die noch nackt sind, trotzdem aber keine Furchenstruktur mehr haben, wie die von *Hypnodinium*, die also den Schwärmecharakter noch mehr verloren haben, sich dann behäuten, um erst nach der Entleerung die charakteristische Tetraederform allmählich auszubilden.

So zeigen die Dinococcalen, die einzellig lebenden, unbeweglichen Dinophyceen die Bildung der unbeweglichen Autosporen aus den Schwärmern in schönster Weise vermittelt. *Cystodinium Steini* mit austretenden Schwärmern, *Hypnodinium* mit geißellosen unbeweglich gewordenen Schwärmern, die noch die Furchenstruktur haben, *Tetradinium*, bei dem sie auch die Furchenstruktur bereits verloren haben, bilden einen geschlossenen Übergang zu Typen wie *Phytodinium, Pyrocystis,* bei denen sich die Teilstücke gleich in der Mutterzelle behäuten und zu völligen Autosporen umgebildet wurden.

Demnach spielt sich die gleiche Reduktion der Schwärmer auch in der Algenreihe der Dinophyceen ab, sobald in der Entwickelung dieser Reihe die Ausbildung der Einzelzelle betont wird. Und im Gegensatze dazu auch hier die Tatsache, daß die Fadenalgen unter den Dinophyceen, *Dinothrix*, lange bewegliche Schwärmer mit ausgesprochener *Gymnodinium*-Figur ausbilden.

Neben den Chlorophyceen gibt es noch eine Reihe grüner Algen, deren reich Karoten-haltige Chromatophoren bei Säurezusatz nach blau umschlagen, die niemals Stärke ausbilden, deren Schwärmer zwei ungleiche Geißeln haben und deren Cysten fast immer zweischalig gebaut sind. Auch diese **Heterokonten**, die mit den Chlorophyceen in gar keiner verwandtschaftlichen Beziehung stehen, haben isoliert lebende, unbewegliche zelluläre Typen, die manchmal genau so wie die parallelen Protococcales unter den Chlorophyceen zu Kolonien zusammentreten, die *Heterococcales.* Die einen sind zoosporin, z. B. die einem *Characium* so ähnlich sehende *Characiopsis* (Abb. 9). *Botrydiopsis* (Abb. 10), die Parallelform zur Chlorophycee *Eremosphaera*, bildet normaler Weise ebenfalls reichlich Zoosporen aus;

in beiden Arten (*B. arhiza* Borzi[1]) wie *B. minor* Schmidle-Chodat[2]), dasselbe tut die bekannte *Halosphaera* Schmitz, die nicht, wie so lange vermeint, eine Chlorophycee, sondern eine Heterokonte ist.

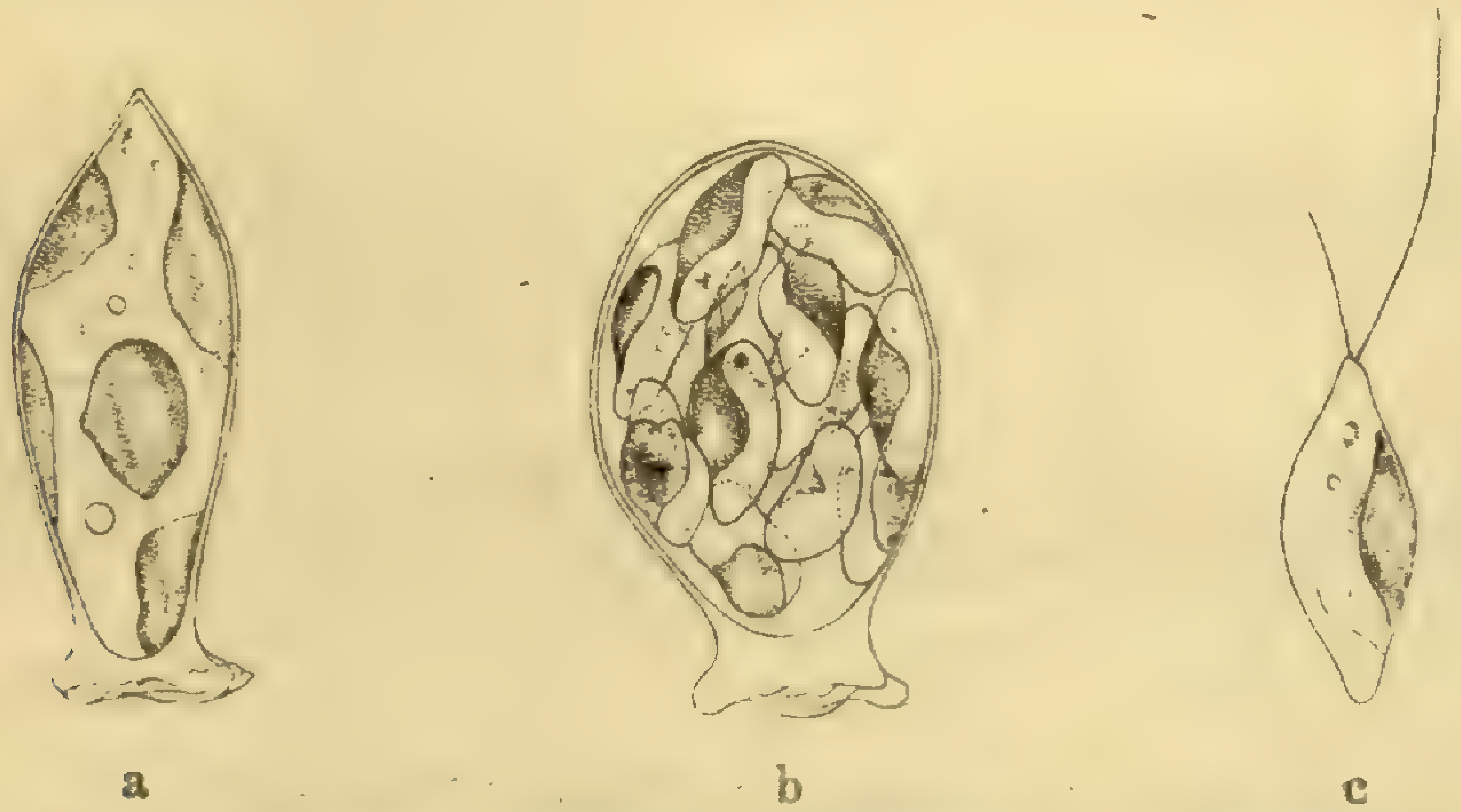


Abb. 9. *Characiopsis*, eine zoosporine Heterococcale, a. vegetative Zelle, b. mit zahlreichen Zoosporen.

Bei *Botrydiopsis* wie bei *Halosphaera* aber werden gelegentlich doch schon Autosporen gebildet, wie wohl die Zoosporenbildung der allgemeinere Fall ist. Kommt hier Autosporenbildung nur gelegentlich vor, so ist sie Regel bei einer Reihe von Heterococcalengattungen; so hat, wie ich erst in letzter Zeit sah, die merkwürdige

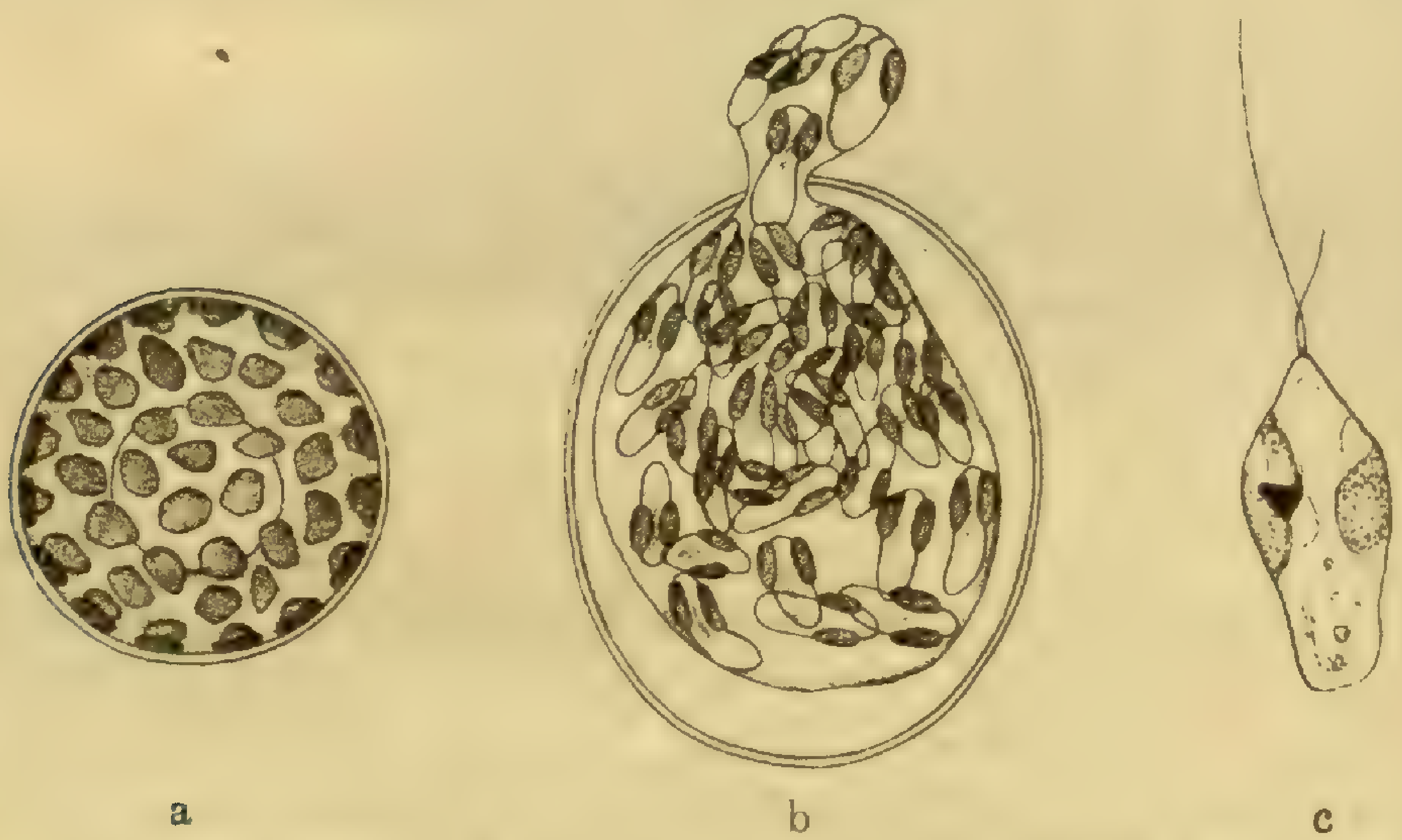


Abb. 10. Eine zoosporine Heterococcale (Heterokonte) *Botrydiopsis arhiza* a. vegetative Zelle; b. Austreten der Schwärmer, c. eine Zoospore (a. b. nach BORZI).

---

[1] BORZI, A., *Botrydiopsis*, nuovo genere di alghe verde. Bull. soc. H. mikroch. 1889.

[2] CHODAT, R., Monographies d'Algues en culture pure. Bern 1913 S. 183, 172.

Pseudotetraëdron Autosporenbildung und entspricht auch darin seiner Parallelform unter den Chlorophyceen: *Tetraëdron*; Autosporenbildung und keine Schwärmer besitzen die Gattungen *Monodus* Chodat (Abb. 11), und die merkwürdige marine Planktonalge *Meringosphaera*[1]), die erst in letzter Zeit als Heterokonte erkannt wurde und bei der die tetraëdrisch aneinander angelagerten Autosporen oft noch der ausgebildeten Zelle die Form geben.

So zeigen die Heterokonten in ihrer Einzellerreihe die gleiche Reduktion der Zoosporen — und wieder besitzen die fadenförmigen Heterokonten, die Heterotrichales, *Tribonema*, *Bumilleria*, *Monocilia* Zoosporenbildung in reichlichstem Maße.

Wir kennen ferner auch zelluläre braune Algen, die in engstem Zusammenhang mit den braunen Chrysomonaden stehen; ich habe sie samt diesen zur Algenreihe der **Chrysophyceen** zusammengefaßt. Auch hier finden sich fadenförmige Formen (*Thallochrysis* Conrad, *Nematochrysis* Pascher), wie solche, die einzellig bleiben. Eine solche einzellige braune Alge ist *Chrysosphaera* Pascher, eine Süßwasserform. Sie ist in meinem Aufsatze „Über Flagellaten u. Algen“ beschrieben. Sie stellt (Abb. 12) kugelige bis etwas zusammengedrückt längliche Zellen dar, die zwei bis vier wandständige braune Chromatophoren (gelbbraun bis grünlichbraun) haben, die am Rande oft strangförmig aufgelöst aussehen. Pyrenoide fehlen. Manchmal ist ein glänzender Ballen — Leukosin — zu sehen. Eine *Chrysosphaera*-zelle verhält sich zu einer Chrysomonade z. B. *Chromulina* so wie eine *Chlorococcum*zelle zu *Chlamydomonas*. In der

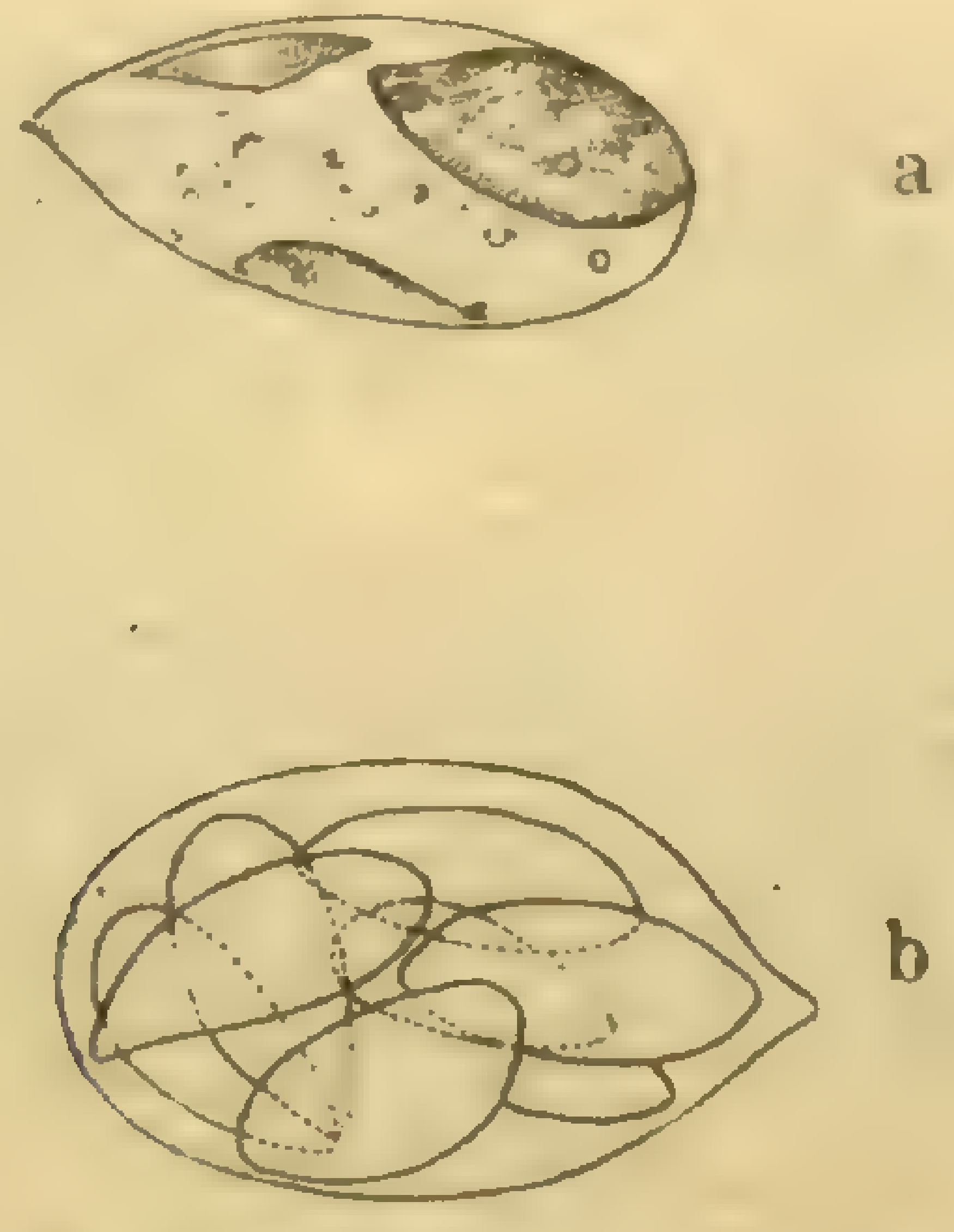


Abb. 11. *Monodus* Chodat. Eine autosporine Heterococcale, a. vegetative Zelle, b. mit 8 in der Mutterzelle gebildeten Autosporen.

---

[1]) **Pascher**, A., Von der grünen Planktonalge des Meeres *Meringosphaera*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXXV. (1917), 170. — Zur Gliederung der Heterokonten, Hedwigia LIII. S. 6.

Tat werden auch bei der Vermehrung zwei oder vier eingeißelige Schwärmer gebildet, mit doppeltkörperlanger Geißel und zwei seitenständigen Chromatophoren, die aus der Zelle ausschwärmen und nach einiger Zeit unter Bildung einer neuen *Chrysosphaera*zelle zur Ruhe kommen.

Dasselbe machte auch eine kleinere, braune, ebenfalls zur Gattung *Chrysosphaera* gehörige marine, einzellige Alge, die ebenfalls, genau wie ein *Chlorococcum*, oder ein *Cystodinium* zwei oder vier Schwärmer ausbildete. Doch war dies hier der ausschließliche Vermehrungsvorgang; bei der Süßwasser-*Chrysosphaera* (*Chrysosphaera nitens*) geschieht es hier und da, daß die Teilstücke gar nicht mehr zu Schwärmer werden, sondern sich bereits innert der Mutterzelle behäuten und dann zwei Tochterzellen bilden, ganz so wie es bei *Phytodinium* der Fall war.

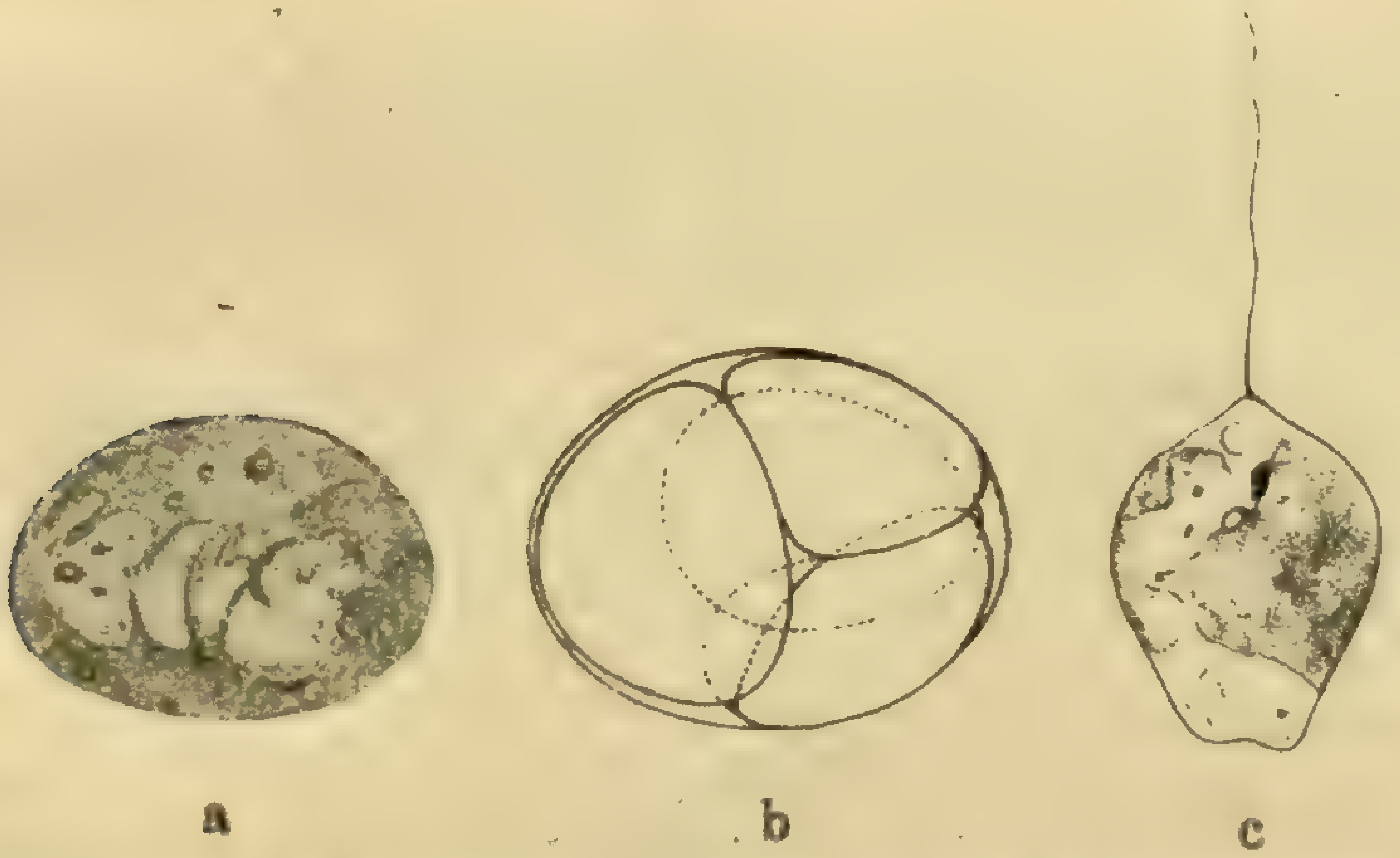


Abb. 12. *Chrysosphaera*, a. vegetative Zelle, b. mit 4 Zoosporen, c. eine freigewordene *Chromulina*-artige Zoospore.

Es würde bei *Chrysosphaera nitens* also bereits die Reduktion der beweglichen Stadien einsetzen. Das Endglied dieser Reduktion, das völlige Fehlen der Schwärmer und typische Autosporenbildung wie bei *Chlorella* oder *Scenedesmus* ist für die einzellige Protococcalen-artige Reihe der braunen Chrysophyceen — für die *Chrysosphaerales* noch nicht sicher festgestellt, doch sehr wahrscheinlich.

Im wissenschaftlichen Nachlasse meines Bruders finden sich nämlich Skizzen über einen merkwürdigen Organismus (Abb. 13), dessen spindelige Zellen eine leicht verkieselte Membran, 1—2 große Chromatophoren, keine Pyrenoide, dafür Fette und Öle, wie Leukosin besaßen; der also ebenfalls zu den Chrysosphaerales zu gehören scheint. Den Skizzen meines Bruders ist nun deutlich zu entnehmen, daß hier typische Autosporenbildung vorliegt: im Innern der Zelle, die trotz ihrer Dialomeen-ähnlichkeit nicht zweischalige Membranen hat, wurden 4 oder 8 kleine, etwas längliche Zellen gebildet, die frei werden und zur normalen Größe heranwachsen. Demnach bildeten auch die Chrysosphaeralen autosporine Formen aus und wären wie die Protococcales unter den Chlorophyceen in *Chrysosphaerales zoosporinae* und *Ch. autosporinae* zu zerlegen.

Auch die Chrysophyceen, jene braunen Algen, als deren Flagellatenreihe wir die Chrysomonaden betrachten müssen, zeigen demnach die gleiche Reduktion der Zoosporen in jener Gruppe, die das Leben in isolierten Zellen verbringt. Und auch hier erfolgt diese Reduktion nur in dieser Gruppe, denn die fadenförmigen Chrysophyceen, die *Chrysotrichales* haben die Schwärmer beibehalten und *Nematochrysis (Chrysothrix)* Pascher hat *Ochromonas-*, *Thallochrysis* Conrad *Chromulina*-artige Schwärmer.

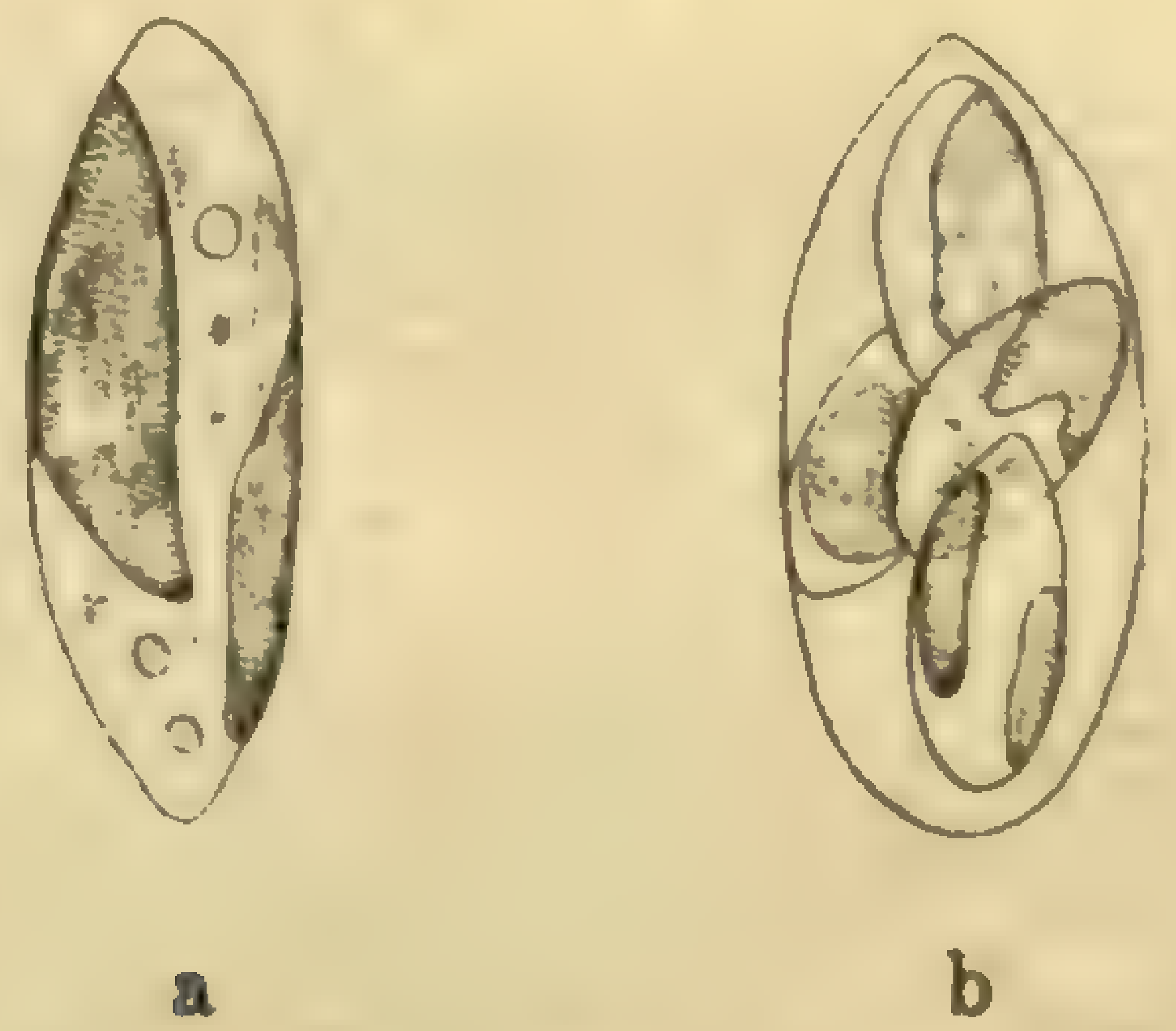


Abb. 13. Eine autosporine noch nicht genau bekannte braune einzellige Alge aus der Verwandtschaft der Chrysomonaden, a. vegetative Zelle, b. mit vier Autosporen.

Bei allen vier besprochenen Algenreihen der Chlorophyceen, den Dinophyceen, Heterokonten und Chrysophyceen — nur bei den Desmokonten und Cryptophyceen nicht, von denen wir einzellige Algen noch nicht, oder nicht genau kennen, ist demnach die gleiche Entwickelung zu beobachten; jede besitzt eine Gruppe, in der die Einzelzellentwickelung betont wird und in allen vier Reihen beginnt diese Gruppe mit Formen, die sich ausschließlich durch Zoosporen vermehren, um mit zunehmender Betonung der Entwickelung der Einzelzellen diese Schwärmer immer mehr zu reduzieren, um schließlich bei allen Algenreihen in dieser Gruppe

---

1) Ob diese Autosporen, wie es eigentlich zu erwarten wäre, zweischalig sind, geht aus den Skizzen meines Bruders nicht hervor.

bei Typen zu enden, die die schwärmenden Stadien völlig unterdrückt haben und sich nur durch unbewegliche Zellen (Autosporen) vermehren. Betonung der Einzelzelle in der Entwickelung einerseits und Reduktion der Schwärmer andrerseits laufen gekoppelt, ja die Betonung der Entwickelung der Einzelzelle ist charakterisiert durch Endformen, die völlig ohne Schwärmer, ohne bewegliche Stadien sind. Tatsache ist, daß nur mit der Betonung der Einzelzellentwickelung diese Reduktion der Schwärmer zusammenhängt, und nicht mit der zellulären Entwickelung überhaupt, — denn gerade ausgesprochen zelluläre Entwickelungsreihen dieser Algenstämme, wie die fadenförmigen Ulotrichales unter den Chlorophyceen, Heterotrichales unter den Heterokonten, Dinotrichales unter den Dinophyceen und Chrysotrichales unter den Chrysophyceen haben die Schwärmer behalten, ja in mannigfachster Art weitergebildet und neuen Zwecken angepaßt, ich erinnere nur an die dreierlei Schwärmertypen bei *Ulothrix*, an die Androzoosporen, Makrozoosporen und Spermatozoiden der Oedogoniceen usw.

Daß die schließlich, sei es in der 4- bis 16- oder 2-Zahl gebildeten unbeweglichen Stadien, die Autosporen, genetisch auf die ursprünglich gebildeten Schwärmer zurückgehen und nichts anderes darstellen als die bereits in der Mutterzelle zur Ruhe gekommenen und zellulär gewordenen Zoosporen, ist zweifelfreie Tatsache. Einerseits sehen wir die Autosporenbildung in allen Algenreihen verschieden deutlich vermittelt, alle Übergangsformen von Typen in denen die Teilstücke der Protoplasten Zoosporen werden, zu solchen, bei denen sie zu Autosporen werden, finden sich: die Zoosporen treten nicht mehr aus, werden aber noch gebildet und schwärmen nur noch in der Mutterzelle einige Minuten, worauf sie sich behäuten (*Pediastrum*, *Hydrodictyon*); sie haben noch Stigma und Vakuolen, amoeboide Beweglichkeit, aber mangels der Geißel keine monadoide mehr (*Marthea*); die Teilstücke der Protoplasten der Mutterzelle nehmen noch deutlich die charakteristische Flagellatenorganisation an, bilden aber keine Geißeln mehr, haben keinerlei Bewegung mehr und wandeln sich beim Austreten, oft aber noch innert der Mutterzelle, unter Verlust der Flagellatenorganisation zu behäuteten Tochterzellen um (*Hypnodinium*); oder aber die Teilstücke nehmen keine Flagellatenorganisation mehr an, treten aber nackt aus, um sich bald zu behäuten (*Tetradinium*). Kurz, wir sehen Autosporen und Zoosporen durch alle Übergänge in dem Sinne verbunden, daß die Autosporen die noch in der Mutterzelle bewegungslos gewordenen Zoosporen sind. Dafür ist auch als Beweis der

Umstand auszudeuten, daß fast alle zoosporinen einzelligen Typen in allen Algenreihen gelegentlich (spez. unter äußeren Umständen) die Zoosporen bereits in der Mutterzelle zu Autosporen werden lassen. So zeigt manchmal *Chlorococcum* Zustände, bei denen in der Mutterzelle trotz der gewöhnlich gebildeten Zoosporen die entsprechenden Autosporen gebildet werden; bei der zoosporinen *Botrydiopsis* unter den Heterokonten treten ebenfalls gelegentlich Autosporen auf und CHODAT hat spez. für *Botrydiopsis minor* dies aufgezeigt. Es macht auch den Eindruck, als ob auch gelegentlich die Dinococcale *Cystodinium* statt der zoosporen Autosporen bilden könnte und bei der Chrysosphaerale *Chrysosphaera nitens* konnte ich sehen, daß tatsächlich zu allermeist zwei oder vier Zoosporen gebildet werden, daß aber doch gelegentlich dafür auch 2—4 bewegungslose Tochterzellen direkt aus den Teilstücken der Protoplasten gebildet werden.

So ist bei den autosporinen Endgliedern der einzelligen Gruppe aller besprochenen Algenreihen nichts wesentlich Neues in den Autosporen geschaffen worden, sondern nur eine gelegentlich gebildete Ausbildungsweise der zoosporinen Formen fixiert worden: die Ausbildung der unbeweglichen Zellen statt der beweglichen Schwärme aus den Teilstücken der Protoplasten.

Nun gibt es, abgesehen von den besprochenen ausgesprochen einzelligen Parallelgruppen der vier Algenreihen, die in sicherem Zusammenhang mit diesen Algenreihen stehen und Entwickelungsstufen dieser Algenreihen sind, noch zwei Algengruppen, die in besonders hervorragender Weise durch das Prinzip der Entwickelung der Einzelzelle charakterisiert sind, die *Conjugatae* und die *Bacillariales*. Und gerade diese beiden Reihen, bei denen diese „Einzellenentwickelung" die höchste Stufe erreicht, sind so sehr durch die Reduktion der Schwärmer ausgezeichnet, daß sie gerade deshalb mehrfach unter ausdrücklicher Betonung dieses Merkmales als *Akontae*, die Geißellosen, zu einer künstlichen Einheit zusammengefaßt wurden.

Gerade diese Zusammenfassung aber erfolgte nach einem ganz sekundär mitlaufenden Charakteristikum, das nicht in ihrer Organisation gelegen ist, sondern eben als Begleiterscheinung der Betonung der Entwickelung des Einzelindividuums mit auftritt, wie es auch bei den einzelligen Typen der besprochenen vier Algenreihen mit aufgetreten ist: des infolge der Betonung der Einzellentwickelung vortretenden Zoosporenverlustes, der bei den Conjugaten total, bei den Kieselalgen jedoch nicht total ist. Denn bei diesen wurde ja speziell durch die Untersuchungen BERGONS noch Zoosporen gefunden; sie hatten in ihren Anfängen also Schwärmer. Möglicherweise sind auch die von verschiedenen Autoren gefundenen endogen gebildeten Mikrosporen der Diatomeen, im Sinne der Autosporen zu deuten; sie würden dann indirekt auf den ehemaligen Besitz von Zoosporen hinweisen.

Die Vereinigung der Diatomeen und Conjugatae zu einer höheren Einheit *Akontae*, ist unnatürlich, nicht nur deshalb, weil sie nur nach einer ganz sekundären Erscheinung, der Reduktion der Zoosporen, die bei den verschiedensten Algenreihen einsetzt, sobald in der Entwickelung die Betonung des einzelligen Individuums beginnt, sie ist auch unnatürlich bei Betrachtung der tatsächlichen Verwandschaftsverhältnisse, die besagen, daß Conjugatae und Diatomeen (abgesehen von sekundären Eigenheiten nichts Gemeinsames haben: ihre Kerne sind chemisch verschieden (auch in der Struktur), ihr Stoffwechsel völlig anders, Oele, Fette, braune Chromatophoren, verkieselte Membran, doppelschalige, endogene Cysten hier; Stärke, Mangel der braunen Nebenfarbstoffe, der verkieselten Membranen und einschalige Cysten dort. Wie ich in meiner Studie „Über Algen und Flagellaten“ nachwies, zeigen die Diatomeen Beziehungen zu den Chrysomonaden und Heterokonten — die Conjugaten nicht. Die Diatomeen scheinen eine Seitensackgasse in der Entwickelung jener Algengruppe zu sein, die ich als *Chrysophyta* zusammenfaßte, die Conjugatae eine dazu parallele Sackgasse unter den Grünalgen: parallel durch die Betonung der Entwickelung der Einzelzelle und durch die Ausbildung zweiteiliger Membranen[1]), die allerdings nur bei einem Teile auftritt.

Obwohl die Conjugaten und Diatomeen in keiner Weise genetisch zusammenhängen und nur parallele Seitenäste ganz verschiedener Algenstämme sind, so zeigen sie gerade wegen ihrer ganz verschiedenen Herkunft wieder die allgemeine Giltigkeit der eingangs formulierten Regel: daß überall dort, wo in der Ent-

---

1) Bei den Diatomeen ist hierin ein Grundzug der ganzen Chrysophytenreihe erhalten geblieben, bei der Desmidiaceae plakodermae scheint es eine übrigens nicht unvermittelte Sonderentwickelung zu sein.

2) Ich möchte meinen, daß unter den Conjugaten die Desmidiaceae saccodermae und Zygnemales einerseits und die Desmidiaceae plakodermae anderseits ebenfalls nicht näher verwandt sind, wohl auf eine gemeinsame Basis, aber auf verschiedene Punkte derselben zurückgehen und wieder Parallelbildungen im engeren Rahmen darstellen. Die Zygnemales sind allem Anscheine nach erst spät zur Fadenkolonie übergegangen, lange nachdem in ihrer Entwickelung die Ausbildung der Einzelzelle durchgeführt war.

wickelung der Algen die Betonung der Einzelzelle erfolgt, damit früher oder später eine Rückbildung der Schwärmer einsetzt, die mit deren völligem Verluste endigt, also mit Formen, die gar keine Zoosporen mehr haben. Die Conjugatae stehen am Ende dieser Reduktion, die Diatomeen fast am Ende.

Bei den einzelligen Gruppen der vier besprochenen Algenreihen hat der schließliche Verlust der Zoosporen nach unserm jetzigen Wissen zum Verlust der Sexualität geführt. Die zoosporinen Protococcales wie *Chlorococcum*, *Characium* u. a. haben noch Kopulation isogamer Zoosporen. Bei den autosporinen Protococcalen fehlt, soweit wir wissen, eine solche völlig. Von Geschlechtsakten bleibt nach dem Verluste der beweglichen Zoosporen nur Autogamie oder Konjugation ganzer Zellen über. Und auch die Conjugation ganzer Zellen erscheint dann als eine ganz sekundäre und erst durch den Verlust der beweglichen Stadien begründete Einrichtung, wie ja bereits die Auffassung der kopulierenden Zellen als Gametangien die Kopulation als sekundäre Errungenschaft hinstellt. Dann werden aber auch, unter bloßer Betonung der Konjugation, die Diatomeen und Conjugaten (von der völlig unberechtigten und nur nach ganz oberflächlichen Gesichtspunkten gemachten Einbeziehung der Dinoflagellaten sehe ich ganz ab), nach einem ebenfalls ganz sekundär herangebildeten Sexualakte als Stamm der Zygophyta zusammengefaßt, dessen Künstlichkeit und Unnatürlichkeit, ganz abgesehen von den tatsächlichen Verwandtschaftsverhältnissen dieser Algengruppen, sich bereits aus der richtigen Auffassung der Konjugation als sekundären Einrichtung ergeben sollte. Genau so wie man ja bereits längst aufgehört hat oogame oder autogame Organismen unter ausschließlicher Betonung dieses Momentes als „natürliche“ Einheiten hinzustellen. Es kann nicht oft und eindringlich genug betont werden: sowohl bei den Akontae wie bei den Zygophyta ist ein ganz sekundäres Akzidens zum Hauptcharakteristikum des „Stammes“ gemacht, wobei jede der zwei oder drei zu den Akontae oder den Zygophyten gestellten Gruppen zu einer ganz andern Algenreihe Beziehungen zeigt, während sie unter sich keine solchen haben.

In welcher Weise Betonung der Einzelzellentwickelung und Reduktion der Schwärmerstadien kausal verbunden sind, wissen wir nicht. Daß hier tiefere Beziehungen vorhanden sind, als sie in der strukturellen Eigenart einer Algenreihe gegeben sind, erhellt aus der Allgemeinheit dieser Erscheinung, die sich bei allen Algenreihen in gleicher Weise geltend macht.

Descriptiv und auch final betrachtet, kann diese Erscheinung im Sinne der biogenetischen Grundregel, die Richtigkeit der phylogenetischen Beziehungen von Algen und Flagellaten vorausgesetzt, aufgefaßt werden.

Bei den zoosporinen Anfangsgliedern der Einzellerreihe griff bei den einzelnen Algenstämmen die Ontogenie noch immer auf das hypothetische, phylogenetische Ausgangsstadium zurück, um auf dem Umweg darüber die neuen Zellen zu bilden; dann aber wurde dieser Umweg über die Schwärmer bei der Bildung der Tochterzellen vermieden und damit die Schwärmer selber zurückgebildet, bis schließlich unbewegliche Tochterzellen, sei es in der Form der Autosporenbildung, sei es durch „Teilung“ direkt gebildet werden.

Damit ist aber nichts erklärt, vor allem aber nicht die bemerkenswerte Tatsache, daß eine solche Reduktion der Schwärmer, die mit ihrem völligen Verluste endigt, nur bei jener Gruppe der einzelnen Algenstämme statt hat, die durch die Betonung der Ausbildung der Einzelzelle charakterisiert ist, während bei den Fadenalgen aller Algenstämme die Schwärmerstadien selbst bei den differenziertesten und vorgeschrittensten Gattungen und Arten erhalten bleiben.

Es wäre falsch, anzunehmen, daß in dieser Eigenheit der Einzeller unter den Algen Anpassung an eine bestimmte Lebensweise vorläge. Wir finden autosporine und zoosporine Typen bei freilebenden wie bei festsitzenden Formen. Und der Tatsache, daß viele autosporine Protococcales Planktonten des Süßwassers sind, steht die andere Tatsache gegenüber, daß wir auch zoosporine Protococcalenplanktonten kennen, wie auch autosporine festsitzende Formen (z. B. *Chlorella, Plakosphaera, Radiococcums,* einzelne Tetracoccen, zahlreiche Oocysten, viele Tetraëdrien, einige Scenedesmen, Ankistiodesmen sind autosporin und keine Planktonten; *Pediastrum,* einige Chlorococcen zoosporin und Planktonten). Andererseits fehlen in der Einzellenreihe anderer Algenstämme Planktonten ganz unter den autosporinen Formen: die ganzen Dinococcalen, Chrysosphaeralen haben keine Planktonten. Die Heterococcalen unter den Heterokonten haben nur sehr wenige Planktonten und gerade hier ist der auffälligste Typ, *Halosphaera,* zoosporin. So würde jede Verallgemeinerung der Tatsache, daß im Süßwasser gerade die autosporinen Planktonten zahlreicher sind als die zoosporinen zu falschen Schlüssen führen. Im übrigen sind gerade die zoosporenfreien Conjugatae in kaum nennenswerter Weise an der Bildung des Süßwasserplanktons beteiligt — und unter den Bacillariales waren es gerade planktontische Typen, für die noch Zoosporen nachgewiesen wurden.

Gehen wir von dem Standpunkt einer menschlich erfaßten Zweckmäßigkeit aus, so läßt sich die Abkürzung der Ontogenie durch die Aufgabe der Schwärmer „verstehen“, der Umweg über die Schwärmer wird vermieden. Es läß sich auch „verstehen“, daß bei vorgeschrittener Differenzierung des Zellinhaltes, z. B. der Conjugaten mit ihrem komplizierten Chromatophoren, die Zerteilung solcher feindifferenzierter Protoplasten in zahlreiche Schwärmer und die nachträgliche Wiederergänzung „unvorteilhaft“ wäre und die Teilung der Protoplasten in zwei gleiche symmetrische Hälften und die nachträgliche symmetrische Ergänzung der fehlenden Hälften „zweckmäßiger“ ist. Damit ist aber ebenfalls nur die bloße Außenansicht, nicht aber eine organische Begründung für die Tatsache gegeben, daß in allen Algenreihen eine Reduktion der beweglichen Stadien, die mit dem völligen Verlust der Beweglichkeit endet, dann einsetzt, wenn in der Entwickelung die Ausbildung des Zellindividuums betont und durchgeführt wird.

Prag, 20. Mai 1918.

48. A. Schulz: Über das Vorkommen von Halophyten in Mitteldeutschland auf kochsalzfreiem Boden.

(Eingegangen am 24. Juli 1918.)

In einer Abhandlung „über die Standorte der Salzpflanzen“[1]) hat R. KOLKWITZ die Ansicht ausgesprochen, daß das Vorkommen einiger Phanerogamenarten, die in Mitteldeutschland meist auf kochsalzhaltigem Boden wachsen, im Kyffhäusergebirge und in seiner Umgebung an Örtlichkeiten mit kochsalzfreiem oder sehr kochsalzarmem Boden darauf zurückzuführen sei, daß an diesen Örtlichkeiten der Boden reich an Calciumsulfat (Gips) sei. KOLKWITZ führt besonders das Vorkommen von *Triglochin maritima, Juncus Gerardi, Melilotus dentatus, Samolus Valerandi, Glaux maritima, Erythraea litoralis* Fries (= *linariaefolia* Pers.) und *Plantago maritima* in den Mergelgruben bei Borxleben unweit von Artern[2]), sowie das Vorkommen von *Erythraea litoralis* im Kalktale bei Frankenhausen und das von *Plantago maritima* im Hopfentale bei Badra (zwischen Kelbra und Sondershausen) an. An diesen drei Örtlichkeiten ist der Vegetationsboden reich an Calciumsulfat.

Ich habe schon in meiner 1898 — in Halle — erschienenen „Entwicklungsgeschichte der phanerogamen Pflanzendecke des Saalebezirkes“[3]) darauf hingewiesen, daß im südlichen Teile des Saaleflorenbezirkes einige Formen: *Gypsophila fastigiata, Silene*

---

[1]) Diese Berichte, Bd. 35 (Berlin 1917) S. 518—526.

[2]) Vergl. hierzu auch Mitteilungen d. Thüringischen bot. Vereins, N. F. Heft 16 (Weimar 1901) S. 17, und Heft 27 (Weimar 1910) S. 43, sowie A. SCHULZ, Über die Ansiedlung und Verbreitung halophiler Phanerogamenarten in den Niederungen zwischen Bendeleben und Nebra, ebenda, Heft 31 (Weimar 1914) S. 11—29. Die heute in diesen Mergelgruben wachsenden Individuen der genannten Halophyten stammen wahrscheinlich aus Samen dieser Formen, die hier aus früherer Zeit sich im Boden befanden und durch die Anlage der Gruben unter Verhältnisse gelangten, die ihnen die Keimung gestatteten.

[3]) S. 24—39 und 68—71. Vergl. hierzu auch A. SCHULZ, Entwicklungsgeschichte der phanerogamen Pflanzendecke Mitteleuropas nördlich der Alpen (Stuttgart 1899) S. 162—166, sowie Ders., Über die Wohnstätten einiger Phanerogamenarten (*Salix hastata, Gypsophila repens, Arabis alpina* und *A. petraea*) im Zechsteingebiete am Südrande des Harzes, Mitt. d. Thür. bot. Vereins, N. F. Heft 29 (Weimar 1912) S. 1—20, mit 1 Taf.

Otites, Alyssum montanum, Oxytropis pilosa und *Helianthemum procumbens*, sowie *Salix hastata, Gypsophila repens, Arabis alpina, A. petraea, Biscutella laevigata* und *Pinguicula vulgaris* var. *gypsophila*, nur oder fast nur auf Gipsboden wachsen, obgleich in der Umgebung ihrer Wohnplätze mit Gipsvegetationsboden genügend Örtlichkeiten mit anderem Vegetationsboden vorhanden sind, den sie anderwärts bewohnen. In der Folgezeit habe ich das Vorkommen der genannten Formen im Saaleflorenbezirke eingehender untersucht und bin dabei zu der Überzeugung gelangt, daß sich einige von ihnen, so vor allem *Gypsophila fastigiata*[1]), hier in der Tat so fest an den Gips angepaßt haben, daß sie nur an wenigen Stellen nach an Wohnplätze mit Gipsvegetationsboden unmittelbar angrenzenden Örtlichkeiten mit anderem Vegetationsboden übersiedeln konnten. Die übrigen Formen haben sich dagegen im Saaleflorenbezirke nur scheinbar an den Gips angepaßt, so vor allem *Silene Otites*. Diese Form wächst[2]) zwar im Saaleflorenbezirke strichweise fast nur an Örtlichkeiten, deren Vegetationsboden Gips enthält, aber hier meist gerade an solchen Stellen — auf Mergelboden —, wo der Gipsgehalt des Vegetationsbodens verhältnismässig gering ist. Hieraus muß man schließen, daß ihr Vorkommen an diesen Örtlichkeiten nicht vom Gips abhängig ist. Für die Richtigkeit dieses Schlusses spricht auch die Beobachtung, daß sie an einigen ihrer Wohnplätze im Südsaaleflorenbezirk benachbarten Örtlichkeiten mit reinem Gipsboden vollständig fehlt.[3]) Ihr Verhalten erschien mir so lange rätselhaft, bis ich sie in der Hainleite bei Göllingen (an der Wipper) auffand Sie wächst hier[4]) in dem sich südlich vom Michelsberge in südlicher Richtung nach dem Muschelkalkzuge der Hainleite hinaufziehenden Tale — dessen Hänge in seinem unteren Teile aus Mittlerem, in seinem oberen Teile aus Oberem Buntsandstein bestehen —, doch nur auf Mittlerem Buntsandstein, und zwar in der Nähe seiner oberen Grenze, also auf sog. Chirotheriensandstein, der hier Malachit (kohlensaures Kupferoxyd) enthält. Offenbar ist es das Kupfer, an das sich *Silene Otites* hier angepasst hat. Es dürfte deshalb auch ihr Vorkommen an ihren Wohnplätzen mit gipshaltigem Vegetationsboden eine Folge davon sein, daß deren Vegetationsboden Kupfer enthält, während ihr Fehlen an benachbarten Örtlichkeiten mit viel gipsreicherem Boden offenbar durch das Fehlen des Kupfers in deren Vegetationsboden verursacht ist. Ich habe in der Tat an diesen Stellen kein Kupfer im Boden auffinden können, während ich an einem Teile der Wohnplätze von *Silene Otites* mit gipshaltigem Vegetationsboden Kupfer, und zwar Malachit und Lasur (kohlensaures Kupferoxyd), zum Teil in erheblicher Menge, im Vegetationsboden aufgefunden habe. Ich zweifle nicht daran, daß auch der Vegetationsboden der übrigen Wohnplätze dieser Art im Südsaaleflorenbezirke mit gipshaltigem Boden Kupfer enthält. Offenbar wachsen auch noch andere von den genannten Formen im Südsaaleflorenbezirke nur deshalb auf gipshaltigem Boden, weil er an diesen Stellen auch Kupfer enthält.[1])

---

[1]) A. SCHULZ, Über die Verbreitung von *Silene Otites* (L.) und *Gypsophila fastigiata* L. im Südsaalebezirke, Mitt. d. Thür. bot. Vereins, N. F. Heft 31 (Weimar 1914) S. 50—56 (56); vergl. hierzu auch A. SCHULZ, Die Verbreitung und Geschichte einiger phanerogamer Arten in Deutschland, hauptsächlich in Mitteldeutschland, Zeitschrift f. Naturwissenschaften Bd. 81 (Leipzig 1909) S. 51—175 (56—57, 138—139).

[2]) Vergl. A. SCHULZ, Über die Verbreitung von *Silene Otites* (L.) usw., a. a. O.

[3]) A. SCHULZ, a. a. O. S. 53.

[4]) A. SCHULZ, a. a. O. S. 50—51.

Dagegen glaube ich nicht, daß das Vorkommen von *Erythraea litoralis* im Kalktale, und das von *Plantago maritima* im Hopfentale darauf hindeute, daß der Vegetationsboden der dortigen Wohnplätze beider Arten Kupfer enthielte. Ebensowenig möchte ich aber annehmen, daß man aus ihrem dortigen Vorkommen auf einen Chlornatriumgehalt des dortigen Vegetationsboden, auf dem es beruhe, schliessen dürfe, wie es vielfach geschehen ist.[2]) Doch auch auf den Gipsgehalt des Vegetationsbodens möchte ich ihr dortiges Vorkommen nicht zurückführen. Beide Formen haben sich offenbar in einem der späteren der auf die letzte Eiszeit folgenden Zeitabschnitte mit trockenem Klima,[3]) in welchem sie hinsichtlich des Chlornatriumgehaltes des Vegetationsbodens ihrer Wohnstätten ganz indifferent waren, von ihren Wohnplätzen mit chlornatriumhaltigem Vegetationsboden in der Niederung der Kleinen

---

1) Betreffs der Bedeutung des Kupfers für das Vorkommen einer Anzahl von Phanerogamenformen in Deutschland vergl. A. SCHULZ, Über die auf schwermetallhaltigem Boden wachsenden Phanerogamen Deutschlands, 40. Jahresbericht d. Westfälischen Provinzialvereins f. Wissenschaft u. Kunst f. d. Rechnungsjahr 1911—12 (Münster 1912) S. 209—227.

2) Vergl. A. SCHULZ, Die Verbreitung der halophilen Phanerogamen in Mitteleuropa nördlich der Alpen (Stuttgart 1901) S. 24 u. 86, sowie Ders., Die halophilen Phanerogamen Mitteldeutschlands, Zeitschrift f. Naturwissenschaften Bd. 75 (Stuttgart 1903) S. 257 u. f. (271 u. 293).

3) Vergl. betreffs der auf die letzte Eiszeit folgenden Zeitabschnitte A. SCHULZ, Die Geschichte der phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands seit dem Ende der Pliozänzeit, Bd. 1, Halle 1914.

Wipper bei Frankenhausen und in der der Helme bei der Numburg aus in den angrenzenden Gipsgebieten ausgebreitet, haben in einer auf diesen Zeitabschnitt folgenden Zeit mit für sie ungünstigem Klima dieses neue Wohngebiet wieder fast ganz eingebüßt und sich in ihm nur an je einer Stelle, offenbar aus chemischen Ursachen, vielleicht infolge des Vorkommens von seltenen Stoffen, an die wir garnicht denken, im Vegetationsboden, an die sie sich fest angepaßt hatten, erhalten, und haben sich später unter günstigerem Klima von ihren beiden Erhaltungsstellen aus wieder etwas ausgebreitet.[1])

Wahrscheinlich sind *Erythraea litoralis* und *Plantago maritima* — sowie die übrigen genannten Formen — in demselben Zeitabschnitte und auf dieselbe Weise auch an ihre Wohnplätze auf dem chlornatriumfreien - und wahrscheinlich auch kupferfreien — Gelände der heutigen Borxleber Mergelgruben von benachbarten Salzstellen gelangt. Daß sie sich auf dem Gelände der Mergelgruben erhalten haben,[2]) verdanken sie auch wohl chemischen Ursachen, aber offenbar — ebenso wie im Kalktale und im Hopfentale — nicht dem Gips. Zweifellos wäre ihr Wohngebiet, vorzüglich das von *Erythraea litoralis* und *Plantago maritima* im Kyffhäusergebirge, wenn ihr Vorkommen vom Gipsgehalt ihres Vegetationsbodens abhängig wäre, wesentlich anders als es in Wirklichkeit ist. Vielleicht spielt in Deutschland der Gips bei der Erhaltung keiner „Salzpflanze“ eine Rolle.

Dieselbe Erscheinung haben wir bei *Erythraea litoralis* und *Plantago maritima* auch in der Umgebung anderer mitteldeutscher Salzstellen, so z. B. bei *Plantago maritima* im Salzkesaaleflorengebiete, in dem diese Art in der Nähe von Salzstellen mehrfach auf Buntsandstein, Muschelkalk, Löss, quartärem Kalktuff usw. ohne Chlornatrium wächst.

---

[1]) Betreffs des Wohngebietes von Erythraea litoralis im Kalktale bei Frankenhausen vergl. A. SCHULZ, Über das Vorkommen von *Erythraea litoralis* Fr. bei Frankenhausen, Mitt. d. Thür. bot. Vereins, N. F. Heft 30 (Weimar 1913) S. 42—43.

[2]) Vergl. S. 2 Anm. 2.

49. Karl Höfler: Permeabilitätsbestimmung nach der plasmometrischen Methode.

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität Wien,
Nr. 120 der II. Folge.)
(Mit einer Abbildung im Text.)
(Eingegangen am 25. Juli 1918.)

Die Probleme der Protoplasmadurchlässigkeit stehen heute im Vordergrund des Interesses und gewinnen noch stetig an Bedeutung für die verschiedensten Gebiete der Physiologie. Sie erscheinen als ein Schlüssel zum Verständnis der wichtigsten Vorgänge der Stoffaufnahme in die Zelle und des Stofftransportes im vielzelligen Organismus. Sie stehen dann aber auch, und dies will mir fast noch wichtiger scheinen, in innigster Beziehung zur Fundamentalfrage aller Physiologie, der Frage nach Wesen, Chemismus und Bau des materiellen Trägers alles Lebens, des Protoplasmas. Nur wenige Eigenschaften des lebenden Plasmas sind heute einer direkten Erforschung im Experiment zugänglich. Unter ihnen ist kaum eine zweite — wenigstens bei unserem jetzigen Stande —, deren näheres Studium so unmittelbar so entscheidende Aufschlüsse verspräche wie das der eigenartigen und in ihrem inneren Zusammenhange vielfach noch so dunklen Erscheinungen der Permeabilität.

1. Historisches.

NÄGELI[1]), DE VRIES[2]) und PFEFFER[3]) haben einen Grundstein zu unserer heutigen Zellphysiologie gelegt durch die Erkenntnis der Tatsache, daß das lebende Protoplasma für Wasser leicht durchgängig ist, während es gelösten Stoffen den Durchtritt verwehrt; aus dieser physikalischen Eigenschaft des Plasmas, seiner Halbdurchlässigkeit oder Semipermeabilität, erklärt sich bekanntlich das in der Pflanzenzelle bestehende osmotische System, das in PFEFFERs osmotischer Zelle künstlich nachgeahmt wird. Die Undurchlässigkeit für gelöste Stoffe ist nun aber dennoch keine absolute, kein allgemein gültiges Gesetz, sondern nur eine Regel mit mancherlei Ausnahmen. Auch wenn wir absehen vom Verhalten schädlicher Substanzen, wie z. B. der Schwermetallsalze, die wohl nur eindringen, weil sie zuvor die Konstitution der Plasmahautschicht verändern, so bleiben etliche Stoffe, die das lebende, intakte Plasma, wenn auch oft nur in geringem Maße, zu durchdringen vermögen. — Diese Ausnahmen nach Art und Größe kennen zu lernen, sie unter gemeinsamen Gesichtspunkten zu verstehen und womöglich aus Strukturmerkmalen des Protoplasmas, resp. seiner Hautschichten, zu erklären, ist die Aufgabe der Permeabilitätsforschung.

---

[1]) Pflanzenphysiologische Untersuchungen, Heft I, 1855.

[2]) Sur la perméabilité du protoplasma des betteraves rouges. Archives Néerland. VI., 1871, S. 117. (Neudruck, DE VRIES, Opera e periodocis collata, Bd. 1, 1918, S. 86.) — Unters. über die mechan. Ursachen d. Zellstreckung, 1877. (Neudruck, ebd., S. 357.)

[3]) Osmotische Untersuchungen, 1877.

Die neuere Forschung[1]) geht in ihrem Ursprung auf eine dreifache Wurzel zurück.

DE VRIES[2]) hat im Jahre 1885 gezeigt, daß das Plasma beim langsamen Absterben, doch noch während es lebt und noch ehe es sonstige Spuren der Schädigung aufweist, seine Durchlässigkeit ganz allmählich erhöht. Wir wollen die Erscheinung als „pathologisch erhöhte“ oder kurz als „pathologische Permeabilität“ bezeichnen. Die Methode des Nachweises war die plasmolytische. Das Kennzeichen der Permeabilität ist das allmähliche Zurückgehen einer anfangs bewirkten Plasmolyse in konstanter Außenlösung.

Daß auch der intakte Protoplast für unschädliche Stoffe in nachweisbarer Menge permeabel sein kann, wurde in den nächstfolgenden Jahren gezeigt: Zuerst auf plasmolytischem Weg von KLEBS (1887)[3]) an Algenzellen für Glyzerin, sodann bei verschiedenen Objekten für KNO_3 und NaCl von JANSE (1888)[4]), dem außer dem plasmolytischen auch der direkte mikrochemische Nachweis des Salpeters in der Zelle mit dem von MOLISCH[5]) kurz zuvor in die Botanik eingeführten Nitratreagens Diphenylamin-Schwefelsäure gelang, und von DE VRIES, der die relativ hohe Durchgängigkeit vieler Pflanzenzellen für Glyzerin (1888)[1]) und für Harnstoff (1889)[2]) nachwies.

---

[1]) Am längsten bekannt war das Eindringen freier Säuren und Basen, das sich in anthokyanführenden Zellen am Farbenumschlag des Zellsaftes direkt wahrnehmen läßt.

[2]) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 16, S. 544 f.

[3]) Unters. aus dem Botan. Instit. zu Tübingen, Bd. 2, 1888, S. 489. — Diese Ber., Bd. 5, 1887, S. 187.

[4]) Verslag. en Mededeel. Konikl. Akad. Wetensch. Amsterdam, Afdeel Naturw., Recks III, Deel IV, 1888, S. 332. — Bot. Zentralbl., Bd. 34, 1888, S. 10.

[5]) Diese Ber., Bd. 1, 1883, S. 150. — Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wissensch. Wien, I. Abt., Bd. 95, 1887, S. 221.

Ein dritter Impuls kam durch PFEFFERs Entdeckung (1887)[3]) von der Eindringungsfähigkeit zahlreicher Anilinfarbstoffe, die durch Bindung, z. B. an Gerbsäuren, gespeichert, im Zellsaft direkt sichtbar werden.

Seit diesen grundlegenden Arbeiten gabelte sich das Gebiet der experimentellen Forschung in zwei ziemlich scharf geschiedene Hauptteile. Der eine umfaßt das Studium der an ihrer osmotischen Wirksamkeit kenntlichen Kristalloide, wobei die DE VRIESsche plasmolytische Methode stets die Hauptrolle gespielt hat. Der zweite betrifft die Untersuchungen über kolloidale Farbstoffe und Alkaloide, deren Eindringen nach PFEFFERs Vorgang an der im Zellsafte bewirkten Färbung oder Fällung erkannt wird. Es sei gleich hier bemerkt, daß nur Fragen des ersten Teilgebietes uns in diesem und in einigen folgenden Aufsätzen beschäftigen sollen.

Die genannten Untersuchungen, sowie jene, die sich ihnen zunächst anschlossen, waren vorwiegend qualitativer Natur. Mehr auf Schätzung als auf eigentliche Messung der Eintrittsgeschwindigkeiten der verglichenen Stoffe fußten auch noch die umfassenden, auf breite experimentelle Basis gestützten Studien OVERTONS, die einen Höhepunkt, zugleich einen gewissen Abschluß jener ersten Entwicklungsphase der Permeabilitätsforschung bildeten, dieselben auf das tierphysiologische Gebiet ausdehnten und schließlich zur bekannten, in heuristischer Hinsicht so fruchtbaren „Lipoidtheorie"[4]) der Stoffaufnahme geführt haben.

Jüngeren Ursprungs sind naturgemäß die Bestrebungen, die Durchlässigkeit auch quantitativ exakt zu messen[5]).

Was hier bis zum Jahre 1909 bekannt war, hat LEPESCHKIN[6]) in einigen wichtigen Aufsätzen dargestellt. Die Methoden werden dort eingeteilt in direkte und indirekte; besonders von einer direkten werden wir noch zu sprechen haben. LEPESCHKIN selbst hat nun unter allen seiner indirekten Methode der „Permeabilitätskoeffizienten“ den Vorzug gegeben und damit eine für die nächste Zukunft folgenschwere Wahl getroffen. Die Methode blieb jahrelang die herrschende (TRÖNDLE 1910[1]), RUHLAND 1911 f.[2]), solange, bis FITTING (1915[3]), 1917[4]) mit Nachdruck auf ihre Mängel und die engen Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit hinwies und in seinen „Untersuchungen über die Aufnahme von Salzen in die lebende Zelle“[3]) sich für die direkte Bestimmung der in der Zelleinheit durchs Plasma eintretenden Stoffmengen entschied, nach der durch verschiedene Verbesserungen zum quantitativen Gebrauche ausgebildeten und in jeder Hinsicht kritisch angewandten grenzplasmolytischen Methode.

---

[1]) Botan. Zeitung, Bd. 46, S. 229.

[2]) Ebd., Bd. 47, S. 309.

[3]) Unters. aus dem Botan. Inst. zu Tübingen, Bd. 2, 1887, S. 179.

[4]) Vgl. die Darstellung bei HÖBER. Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. IV. Aufl., 1914, S. 359, 403 f.

[5]) Die ältesten quantitativen Angaben finden sich bei DE VRIES, 1885, l. c., z. B. S. 585, 1889, l. c.; JANSE, 1888, l. c.

[6]) Über die Permeabilitätsbestimmung der Plasmamembran für gelöste Stoffe. Diese Ber., Bd. 27, 1909, S. 129. — Vgl. ferner: Ebd., Bd. 26a, 1908, S. 198, 231, 724. Beihefte z. Bot. Zentralbl., Bd. 24, I., 1909, S. 308.

Auch im vorliegenden Aufsatz soll eine Form der direkten, quantitativen, plasmolytischen Permeabilitätsmessung beschrieben werden. Während FITTING aber auf die alleinige Betrachtung der Grenzplasmolyse, als des einzigen genau definierbaren plasmolytischen Zustandes, angewiesen war und aus der zeitlichen Verschiebung der Grenzkonzentration die im Mittel in die ganzen Präparate eingedrungenen Lösungsmengen bestimmt hat[5]), sollen im folgenden auch alle stärkeren Grade der Plasmolyse mit verwendet werden. Dadurch ergeben sich mehrere methodische Vorteile. Der wichtigste dürfte darin zu sehen sein, daß die Bestimmung exakt quantitativ für die individuelle, einzelne Zelle gelingt.

---

[1]) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 48, 1910, S. 171.

[2]) Ebd., Bd. 50, 1911, S. 200; Bd. 55, 1915, S. 409.

[3]) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 56, 1915, S. 1.

[4]) Ebd., Bd. 57, 1917, S. 553.

[5]) FITTING charakterisiert die Grenzplasmolyse noch näher, indem er den Anteil der plasmolysierten an der Gesamtzahl der Zellen schätzt. Gleiche Präparate aus der unterseitigen Epidermis der Blattmittelrippe von *Rhoeo discolor* kommen in KNO_3-Lösungen von 0,0025 GM Abstand und werden hier nach 15 Minuten zum erstenmal untersucht. Der plasmolytische Zustand sei z. B.

in GM KNO_3:	0,1025	0,105	0,1075	0,11	0,1125
nach 15 Min.:	gv	½	¾	∞	pl
nach weiteren 15 Min.: .	0	gv	½	¾	∞

D. h. es zeigt keine Zelle, oder ganz vereinzelte, etwa ½, etwa ¾, die meisten, alle Zellen Plasmolyse. — Es sind in den 15 Minuten von der ersten zur zweiten Ablesung im Durchschnitt 0,0025 GM KNO_3 eingedrungen.

2. Das Prinzip der Permeabilitätsmessung.

Nach dieser knappen historischen Übersicht will ich zur Beschreibung der neuen Methode übergehen und dabei an meinen kürzlich in dieser Zeitschrift veröffentlichten Aufsatz[1]) anknüpfen.

Wird eine intakte Pflanzenzelle in hypertonischer Lösung eines unschädlichen Stoffes plasmolysiert, so erreicht bekanntlich der Protoplast nach einiger Zeit bestimmte Größe und Gestalt. Ich habe diesen Gleichgewichtszustand als „endgiltige" oder „perfekte Plasmolyse", kurz als „Endplasmolyse" bezeichnet. Wird ein Stoff zur Plasmolyse verwendet, der, wie Rohrzucker, nicht nachweisbar durch Plasma eindringt, so bleibt dieser Endzustand nach Größe und Form durch längere Zeit genau oder doch mit größter Annäherung gewahrt. — Anders natürlich in einer Lösung, die langsam permeiert. Auch hier vergeht gewisse Zeit bis zum ersten Perfektwerden der Plasmolyse. Zur völligen Ruhe kommt es aber auch dann nicht. Sondern dadurch, daß Substanz der Außenlösung durchs Protoplasma in den Zellsaft dringt, wird dessen osmotische Wirksamkeit allmählich größer; und da der Zellsaft im osmotischen Gleichgewicht mit der umspülenden Lösung bleiben muß, so entzieht er derselben H_2O, vergrößert sein Volum und dehnt den Protoplasten langsam aus: die Plasmolyse geht zurück. Der Rückgang einer anfangs eingetretenen Plasmolyse in unverdünnter Außenlösung hat seit DE VRIES (1885, l. c.) stets zum qualitativen Nachweis des Eindringens der Lösung gedient[2]) und ist in einigen Fällen — so in Versuchen LEPESCHKINs, auf die wir noch zurückkommen, und vor allem in FITTINGs erwähnten grenzplasmolytischen Untersuchungen — auch messend verfolgt werden.

Nun habe ich vor kurzem gezeigt[3]), wie man außer der Grenzplasmolyse auch die stärkeren Plasmolyseformen für quantitative Studien nutzbar machen kann, indem man den Grad der Plasmolyse in Zahlen charakterisiert. Ich nannte „Grad der Pl." die Maßzahl für das Volumverhältnis zwischen dem plasmolysierten Protoplasten und dem Innenraum der turgorlosen Zelle. In der

---

[1]) Die plasmolytisch-volumetrische Methode und ihre Anwendbarkeit zur Messung des osmotischen Wertes lebender Pflanzenzellen. Diese Ber., Bd. 85, 1917, S. 706.

[2]) JANSE, 1888, l. c.; RYSSELBERGHE, Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 1901, S. 173; u. v. a.

[3]) Eine plasmolytisch volumetrische Methode zur Bestimmung des osmotischen Wertes von Pflanzenzellen. Denkschr. d. kais. Akademie d. Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Klasse, Bd. 95, 1918, S. 98—170. (Im folgenden abgekürzt „Denkschr., S.") — Diese Ber., l. c.

Abb. auf S. 715 ist der Grad der Pl. $G = 0{,}51$; d. h. der Protoplast nimmt $^{51}/_{100}$ vom Zellraum ein.

Wenn man die Konzentration der plasmolysierenden Lösung und den Grad der bewirkten endgiltigen Plasmolyse kennt, so läßt sich daraus, bei Anwendung nicht eindringender Plasmolytika, der ursprüngliche osmotische Wert der turgorlosen Zelle berechnen. Dies ist der Grundgedanke der plasmolytisch-volumetrischen, oder, wie ich nun kürzer sagen will, der „plasmometrischen" Methode. Ist C die Konzentration und G der Plasmolysegrad, so ist der osmotische Zellwert O

$$O = C \cdot G \qquad (1)$$

Wie die Messung des Grades in geeignet geformten Zellen geschieht, wurde a. a. O. ausführlich beschrieben[1].

Wir kommen zum Prinzip der Permeabilitätsbestimmung.

Wir denken uns eine zylindrische Zelle in hypertonischer Lösung eines Stoffes, für den das lebende Plasma permeabel ist, etwa von Harnstoff, perfekt plasmolysiert. Die Endplasmolyse ist kenntlich an der konvex-kugeligen Rundung der freien Plasmaoberfläche. Die Rundung bleibt auch erhalten, während die Plasmolyse nun langsam zurückgeht; wir werden dadurch in den Stand gesetzt, den Rückgang, die Ausdehnung des Protoplasten, nicht nur messend zu verfolgen, sondern wir können für jeden Moment den Plasmolysegrad und aus ihm den osmotischen Zellwert entnehmen. Aus der zeitlichen Änderung des Grades ergeben sich dann die eindringenden Lösungsmengen ganz unmittelbar in der folgenden einfachen Art:

Man mißt den Grad der Plasmolyse. Er sei G_1. Nach gewisser Zeit, während welcher sich der Protoplast um ein gewisses Stück vergrößert hat, mißt man den Grad von neuem. Er sei nunmehr G_2. Die Außenkonzentration ist dauernd C. — Man berechnet den osmotischen Wert für den Moment der 1. Messung $O_1 = C \cdot G_1$. Desgleichen für den Augenblick der 2. Messung $O_2 = C \cdot G_2$. — Da der Protoplast am Ende einen größeren Teil des Zellraumes einnimmt, als am Beginn, ist $G_2 > G_1$ und $O_2 > O_1$. Und wenn der Zuwachs des Zellsaftwertes, wie wir annehmen, durch Eindringen osmotisch wirksamer Substanz von außen her verursacht ist, dann gibt die Differenz $O_2 - O_1$ direkt die im betrachteten Zeitabschnitte eingetretene Lösungsmenge an. — Sie ist

$$O_2 - O_1 = (G_2 - G_1)\, C \qquad (2)$$

---

[1] Denkschr., S. 102, 111. Diese Ber., S. 715.

Abb. 1 gibt schematisch einen Versuch wieder, den ich am 17. IX. 1917 mit Markzellen aus dem Stengel von *Gentiana Sturmiana* Kern. angestellt habe. Der Schnitt war in 0,80 GM Harnstoff plasmolysiert. Der Protoplast zeigte in der abgebildeten Zelle nach 50 Minuten, als die Plasmolyse perfekt und meßbar geworden, den voll gezeichneten und genau eine Stunde später den durch punktierte Konturen angedeuteten Umriß; er hatte sich um das punktiert gehaltene Stück ausgedehnt. Bei der 1. Messung war $G_1 = 0,807$, bei der 2. Messung war $G_2 = 0,892$. Der osmotische Wert der Zelle, hier als Harnstoffkonzentration ausgedrückt, ist erst $O_1 = G_1 \cdot C = 0,807 \times 0,80 = 0,646$ GM, nachher $O_2 = G_2 \cdot C = 0,892 \times 0,80 = 0,714$ GM. Die während der Versuchsstunde in den Protoplasten eingedrungene Harnstoffmenge ist $O_2 - O_1 = 0,714 - 0,646 = 0,068$ GM. Wie man sieht, bezieht sich der Wert auf die einzelne Zelle.

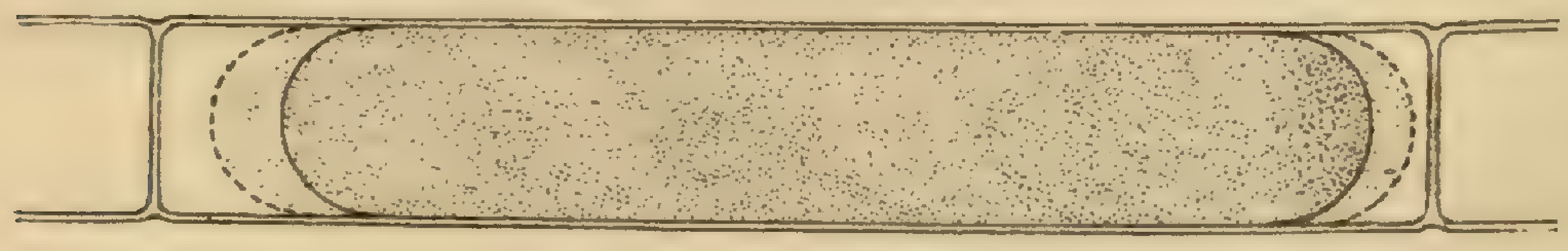


Abb. 1.

Die in der Zeiteinheit aufgenommene Lösungsmenge liefert ein quantitatives Maß der Plasmadurchlässigkeit der Zelle für Harnstoff.

Gleiche benachbarte Markzellen zeigten im selben Versuch folgende Permeabilität:

Gentiana Sturmiana. 17. IX. 1917.

Stengellängsschnitt aus einem Internodium in halber Stämmchenhöhe, vor dem Versuch 4 Stunden in dest. H_2O gewässert. In **0,80 GM** Harnstoff eingelegt 3^h, erste Messung 3^h 50 – 4^h 07, zweite Messung 4^h 50 – 5^h 10.

Zelle:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$G_1 =$	0,738	0,647	0,706	0,85	0,795	0,807	0,638	0,681	0,684	0,768	
$O_1 =$	0,590	0,518	0,565	0,680	0,636	0,646	0,510	0,545	0,547	0,614	GM
$G_2 =$	0,814	0,702	0,778	0,947	0,892	0,892	0,691	0,744	0,792	0,953	
$O_2 =$	0,651	0,562	0,622	0,758	0,714	0,714	0,553	0,595	0,634	0,762	GM
$O_2 - O_1 =$	0,061	0,044	0,047	0,078	0,078	0,068	0,043	0,050	0,087	0,148	GM Harnstoff.

Die Protoplaste hatten also im Mittel in einer Stunde $O_2 - O_1$ = **0,070 GM** Harnstoff aufgenommen.

Der bei der ersten Messung erhaltene Wert O_1 darf freilich hier, wie kaum erwähnt zu werden braucht, nicht, wie bei Plasmolyse in Rohrzucker, dem ursprünglichen Zellwert gleichgesetzt werden. Der letztere wird kleiner gewesen sein. Denn auch vor dem Eintritt der Endplasmolyse und vor der ersten Messung wird ja schon Substanz der Außenlösung in den Zellsaft endosmiert sein. Wir können leider den Verlauf der Durchlässigkeit, solange die Plasmolyse imperfekt ist, mit der plasmometrischen Methode zunächst direkt nicht verfolgen.

Ist das Intervall zwischen den Messungen nicht der Zeiteinheit gleich, so ist, wenn t_1, t_2 die Ablesungszeiten sind, das Maß der durchschnittlichen Stoffaufnahmen

$$M = \frac{O_2 - O_1}{t_2 - t_1} = \frac{(G_2 - G_1)\,C}{t_2 - t_1} \qquad (3)$$

Die Permeabilität pflanzlicher Zellen wird nach der plasmometrischen Methode durch die in der Zeiteinheit in den Protoplasten eindringende Lösungsmenge bestimmt[1]. Man mißt den Grad der Plasmolyse am Anfang und am Ende einer Zeitstrecke. Die während der Zeit aufgenommene Lösungsmenge ist dann gleich der Differenz der Maßzahlen der Grade, multipliziert mit der Maßzahl der plasmolysierenden Außenkonzentration.

Ich glaube das gegebene Prinzip ist an sich klar. Die folgende kurze begriffliche Erörterung wird trotzdem vielleicht nicht unangebracht sein.

Daß in Gl (2) die Differenz $O_2 - O_1$ ein Maß ist für die eingedrungenen Stoffmengen, bedarf keiner Erläuterung. Wir sprachen aber von O_1 und O_2 als von den osmotischen Werten der Zelle in bestimmten Augenblicken. Da erhebt sich die Frage: Sind wir berechtigt, bei Verwendung eindringender Plasmolytika der Zelle überhaupt feste Werte im gegebenen Momente zuzuschreiben, wenn diese Werte doch nicht die ursprünglichen sind? Jene Ausdrucksweise enthält offenbar eine Fiktion. Wir nennen ja „osmotischen Wert einer Zelle“ die Maßzahl für die dem Zellsaft der turgorlosen, unplasmolysierten Zelle genau isotonische Konzentration eines gelösten Stoffes[2]. Wir müssen uns hier also vorstellen, es sei durch Übertragen der Zelle in verdünntere Außenlösung (vom Konzentrationswerte O_1) die Plasmolyse zum Rückgang gebracht, doch so, daß während des Rückgangs die Plasmahaut sich wie eine ideal semipermeable Membran verhalte; wir denken die Zelle im Moment der Messung „impermeabel deplasmolysiert“. Dies ist eine Gedankenoperation, wie sie ähnlich in der Physik, zumal in der Wärmelehre[3], ganz üblich ist. In diesem Sinne schreiben wir dann dem Protoplasten den Wert O_1 zu, den er aufwiese, wenn er den Zellraum eben, doch noch ohne ihn zu dehnen, ausfüllte. So können wir dann auch sagen, daß der Zellwert allmählich steigt, während die Plasmolyse in endosmierender Außenlösung zurückgeht; obwohl ja tatsächlich der Protoplast, d. h. der Zellsaft, den er umschließt, während der Ausdehnung stets isotonisch mit der umgebenden Lösung bleibt.

---

[1] Wir beziehen das Permeabilitätsmaß also nicht, wie es in der Physik üblich ist, auf die Einheit des Konzentrationsabfalls und auf die Flächeneinheit der durchdrungenen Membran.

[2] Denkschr., l. c., S. 99. Diese Ber., l. c., S. 724.

[3] Man denke z. B. an „adiabatische“ oder an „isotherme“ Zustandsänderungen.

Wir bestimmen die Lösungsmenge, die in den plasmolysierten Protoplasten eindringt; und wir beziehen die Wertzunahme auf den unplasmolysiert gedachten, also größeren Protoplasten. Liegt darin nicht ein Widerspruch? — Selbstverständlich nein. Wir geben ja nicht die Gewichtsmenge der eingetretenen Substanz an, sondern die „Lösungsmenge". Eine (volumnormale) Lösung von 0,80 GM Harnstoff nennen wir aber ja mit einer gewohnten Kürze des Ausdruckes eine solche, die 0,80 GM Harnstoff im Liter Lösung enthält. Die Werte sind auf die Volumeinheit reduziert und beziehen sich daher selbstverständlich gleichgut auf das Volumen der Zelle oder auf das des kleineren Protoplasten.

Wir messen die Permeabilität durch die pro Zeiteinheit eingedrungenen Lösungsmengen. Die physikalische Dimension des Maßes ist $\frac{M}{L^3T}$, die Maßeinheit ist ein $\frac{\text{Grammolekül}}{\text{Liter} \cdot \text{Stunden}}$ oder, im absoluten Maßsystem, $k \cdot \frac{g}{cm^3 sec}$ wobei die Konstante $k = \frac{n}{3{,}6 \cdot 10^6}$ (n = Molekulargewichts des endosmierenden Stoffes). Auf andere mögliche Permeabilitätsmaße[1]) und eine Diskussion ihrer relativen physikalischen Berechtigung und physiologischen Zweckmäßigkeit will ich bei späterer Gelegenheit zurückkommen. —

Ein Vergleich der plasmometrischen Methode mit den bisherigen Methoden des quantitativen Permeabilitätsnachweises soll im nächsten Aufsatze Platz finden. Zuvor soll dort die neue Methode in einer Einzeluntersuchung praktisch angewandt werden.

---

[1]) Permeabilitätsmaße anderer Dimension haben LEPESCHKIN (Diese Ber., Bd. 27, 1909, S. 130) und HEUSSER (Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Ges. in Zürich, Bd. 62, 1917, S. 555) vorgeschlagen.

50. Karl Höfler: Über die Permeabilität der Stengelzellen von Tradescantia elongata[1]) für Kalisalpeter.

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität Wien, Nr. 121, der II. Folge.)
(Mit einer Abbildung im Text.)
(Eingegangen am 25. Juli 1918.)

Bei meinen bisherigen Permeabilitätsstudien habe ich mich am eingehendsten mit der Aufnahme des Kalisalpeters in den lebenden Protoplasten beschäftigt. Die Frage der Salzdurchlässigkeit des Plasmas ist, wie bekannt, von hohem, und eben jetzt von aktuellem Interesse. Hier liegen auch, was für mich im besonderen bestimmend war, aus FITTINGs[2]) Messungen an *Rhoeo discolor* die besten quantitativen Vergleichswerte bereits vor.

Neben der Feststellung der absoluten Größe der Durchlässigkeit, war es meine Absicht, die von FITTING an *Rhoeo* nachgewiesene permeabilitätshemmende Wirkung des Salzes mit der plasmometrischen Methode auch an anderen Objekten kennen zu lernen. Meine diesbezüglichen Erfahrungen sollen in einer nächsten Mitteilung zur Sprache kommen.

Für die folgenden Versuche diente *Tradescantia elongata* G. F. W. Meyer[1]). Ich verwendete wieder die gestreckten, äußeren, ans Stranggewebe grenzenden Grundgewebszellen des Stengels und die Zellen der 3—4 nächstinneren Reihen. Sie haben mir als Objekt für Plasmolyseversuche verschiedenste, Art seit langem gute Dienste getan.

Ein paar allgemeine Maßregeln für plasmometrische Präzisionsmessungen habe ich a. a. O.[3]) beschrieben. Bei den Permeabilitätsversuchen muß vor allem darauf geachtet werden, daß die Konzentration des Plasmolytikums aufs genaueste konstant bleibt; kleine Schwankungen könnten die Protoplastenvolumina ändern und zu groben Täuschungen führen

Die Lösungen wurden volumnormal aus reinstem KNO_3 (Kahlbaum, mit Garantieschein), meist direkt in gewünschter Stärke, hergestellt. Die

---

[1]) *Tradescantia elongata* G. F. W. Meyer = *Tradescantia guianensis* Miq.

[2]) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 56, 1915, S. 1.

[3]) Denkschr. d. Kais. Akad. Wien, Mathem.-naturw. Klasse, I. Abt. Bd. 95, 1918, S. 120 f.

Versuch 1.

Der Schnitt vor dem Versuche 17 Stunden in H_2O. Am 14. VI. 10^h vorm. in 0,20 GM KNO_3, 10^h 30 von da in **0,25 GM** KNO_3. Hier 1. Messung 12^h 35—50, 2. Messung 3^h 10—25, 3. Messung 5^h 45—58. — Zelle 1—9 in einer, 10—14 in der benachbarten Längsreihe. Der Meniskusfaktor l ist in Z. 1—9

C	Zelle	1. Messung				12^h 35—50
		$\frac{l_1}{h}$	2 m	b	$\frac{l_1-2\,l\,m}{h} = G_1$	O_1
0.25 GM KNO_3	1	$\frac{3-36\frac{1}{2}}{60}$	$2\times5\frac{1}{2}$	13	$\frac{33{,}5-4{,}2}{60} = 0{,}48_8$	$0{,}12_2$
	2	$\frac{19\frac{1}{2}-65\frac{1}{2}}{84}$	„	„	$\frac{46-4{,}2}{84} = 0{,}49_8$	$0{,}12_{45}$
	3	$\frac{12\frac{1}{2}-44}{56}$	„	„	$\frac{31{,}5-4{,}2}{56} = 0{,}48_8$	$0{,}12_2$
	4	$\frac{8-48\frac{1}{4}}{71}$	„	„	$\frac{40{,}2-4{,}2}{71} = 0{,}50_7$	$0{,}12_7$
	5	$\frac{3\frac{1}{2}-30\frac{1}{2}}{46\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{27-4{,}2}{46{,}5} = 0{,}49_0$	$0{,}12_{25}$
	6	$\frac{13\frac{1}{2}-58}{89\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{44{,}5-4{,}2}{89{,}5} = 0{,}45_0$	$0{,}11_{25}$
	7	$\frac{4-56\frac{1}{2}}{82}$	„	„	$\frac{52{,}5-4{,}2}{82} = 0{,}58_9$	$0{,}14_7$
	8	$\frac{13\frac{1}{2}-38}{45}$	„	„	$\frac{24{,}5-4{,}2}{45} = 0{,}45_1$	$0{,}11_3$
	9	$\frac{27-62}{66\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{35-4{,}2}{66{,}5} = 0{,}46_3$	$0{,}11_6$
	10	$\frac{5-43\frac{1}{2}}{70\frac{1}{2}}$	$2\times6\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{2}$	$\frac{38{,}5-5{,}2}{70{,}5} = 0{,}47_2$	$0{,}11_8$
	11	$\frac{3-35}{64}$	„	„	$\frac{32-5{,}2}{64} = 0{,}41_9$	$0{,}10_5$
	12	$\frac{3-45\frac{1}{2}}{82}$	$2\times7\frac{1}{2}$	17	$\frac{42{,}5-5{,}6}{82} = 0{,}45_0$	$0{,}11_{25}$
	13	$\frac{31-67\frac{1}{2}}{71}$	„	„	$\frac{36{,}5-5{,}6}{71} = 0{,}43_5$	$0{,}10_9$ GM

(nicht zu dünnen!) Stengellängsschnitte wurden vor dem Eintragen in dest. H_2O gelegt. FITTING (1915, S. 13) hat dies für *Rhoeo* empfohlen, damit die leichtest diffusiblen Zellsaftstoffe vor Beginn des eigentlichen Permeabilitätsversuches exosmieren; ich fand zudem, daß meßbare Endplasmolyse in gewässerten Präparaten schneller und schöner als in direkt plasmolysierten eintritt[1]). Die Größe der Durchlässigkeit wird durch das Wässern nach FITTING (l. c. S. 45) nicht oder kaum beeinflußt. Eventuelle osmoregulatorische Wert-

14. VI. 1918.

zu 3,8, in Z. 10—14 zu 4,0, in Z. 12—14 zu 3,7 berechnet (vgl. Diese Ber., Bd. 35, S. 711). — In Zelle 14 war $G_1 = 0{,}48_0$, $G_2 = 0{,}57_7$, bei der dritten Messung war sie tot. Also war eingedrungen: $O_2 - O_1 = (G_2 - G_1)\,C = 0{,}09_7 \times 0{,}25 = 0{,}02_4$ GM KNO_3.

2. Messung	3h 10—25				3. Messung	5h 45—58			
$\frac{l_2}{h}$	2 m	G_2	O_2	$O_2 - O_1$	$\frac{l_3}{h}$	2 m	G_3	O_3	$O_3 - O_2$
$\frac{6-42}{60}$	2 5½	0,53$_0$	0,13$_{25}$	**0,010$_5$ GM**	$\frac{6-49}{60}$	2×5½	0,64$_7$	0,16$_2$	**0,029$_5$ GM**
$\frac{22½-72}{84}$	„	0,53$_9$	0,13$_5$	**0,010 „**	$\frac{24-76¾}{84}$	„	0,57$_7$	0,14$_4$	**0,009 „**
$\frac{10-47}{56}$	„	0,58$_6$	0,14$_{65}$	**0,024$_5$ „**	$\frac{8-51½}{56}$	„	0,79$_1$	0,19$_8$	**0,051$_5$ „**
$\frac{7-54}{71}$	„	0,60$_3$	0,15$_1$	**0,024 „**	$\frac{5-63}{71}$	„	0,75$_4$	0,18$_{85}$	**0,037$_5$ „**
$\frac{4-85}{46½}$	„	0,57$_6$	0,14$_4$	**0,021$_5$ „**	$\frac{2½-40½}{46½}$	„	0,72$_7$	0,18$_2$	**0,038 „**
$\frac{19½-68}{89½}$	„	0,49$_7$	0,12$_4$	**0,011$_5$ „**	$\frac{16-79¼}{89½}$	„	0,65$_9$	0,16$_5$	**0,031 „**
$\frac{6-70½}{82}$	„	0,73$_5$	0,18$_4$	**0,037 „**	$\frac{5-75}{82}$	„	0,80$_2$	0,20$_{05}$	**0,016$_5$ „**
$\frac{15-42}{45}$	„	0,50$_7$	0,12$_7$	**0,014 „**	$\frac{14½-45}{45}$	„	0,58$_4$	0,14$_6$	**0,019 „**
$\frac{17-59½}{66½}$	„	0,57$_6$	0,14$_4$	**0,028 „**	$\frac{8-60½}{66½}$	„	0,72$_6$	0,19$_{15}$	**0,047$_5$ „**
$\frac{5-48}{70½}$	2 × 6½	0.53$_6$	0,13$_4$	**0,016 „**	$\frac{0-46}{70½}$	7×8	0,60$_1$	0,15$_0$	**0,016 „**
$\frac{0-43}{64}$	„	0,59$_1$	0,14$_8$	**0,043 „**	$\frac{0-45½}{64}$	1×6½	0,67$_0$	0,16$_{75}$	**0,019$_5$ „**
$\frac{12-57½}{82}$	2 × 7½	0,48$_6$	0,12$_{25}$	**0,009 „**	$\frac{20½-68}{82}$	2×7½	0,51$_1$	0,12$_8$	**0,006$_5$ „**
$\frac{15½-61½}{71}$	„	0,56$_9$	0,14$_4$	**0,033$_5$ „**	$\frac{11-60½}{71}$	„	0,61$_8$	0,15$_{45}$	**0,012$_5$ „**
		$O_2 - O_1$ (Mittel) = 0,021$_8$ GM					**$O_3 - O_2$ (Mittel) = 0,025$_7$ GM**		

abnahme[1]) schadet für unsern Zweck gewöhnlich nicht. Die Fläschchen mit den Lösungen standen in diffusem Tageslicht oder dunkel. Einen Einfluß der Belichtung auf die Permeabilität (LEPESCHKIN[2]), TRÖNDLE)[3]) habe

---

1) l. c., S. 140, 141.

2) Beihefte z. botan. Zentralblatt, Bd. 24, I. 1909, S. 308 u. a. a. O.

3) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 48, 1910, S. 171. Vierteljahrschrift d. Naturforsch. Ges. in Zürich, Bd. 63, 1918, S. 187 u. a. a. O.

Versuch 2.

Erst 15 Stunden gewässert. Am 20. VI. 7^h in 0,18 GM KNO_3, 7^{h}50 weiter in **0,30 GM** KNO_3 Hier 1. Messung 10^h 35—50, die weiteren Messungen nach je 1½ Stunden. 12^h 05—20, 1^h 35—48, 3^h 10—20 (5. und 6. Messung sind nicht

C	Zelle	1. Messung 10^h 35—50					2. Messung 12^h 05—20			
		$\frac{l_1}{h}$	2 m	b	$\frac{l_1-2\lambda m}{h} = G_1$	O_1	$\frac{l_2}{h}$	G_2	O_2	O_2-O_1
0.30 GM KNO_3	1	$\frac{25-64}{80\frac{1}{2}}$	2×10	27	$\frac{39-8}{80{,}5} = 0{,}38_5$	$0{,}11_{55}$	$\frac{21\frac{1}{2}-64}{80\frac{1}{2}}$	$0{,}42_7$	$0{,}12_8$	**$0{,}012_5$ GM**
	2	$\frac{16-52}{72}$	„	„	$\frac{36-8}{72} = 0{,}38_9$	$0{,}11_{65}$	$\frac{15-55}{72}$	$0{,}44_4$	$0{,}13_3$	**$0{,}016_5$** „
	3	$\frac{20-53\frac{1}{2}}{60\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{33{,}5-8}{60{,}5} = 0{,}42_2$	$0{,}12_{65}$	$\frac{19-54\frac{1}{4}}{60\frac{1}{2}}$	$0{,}45_3$	$0{,}13_6$	**$0{,}009_5$** „
	4	$\frac{10-44\frac{1}{2}}{63}$	„	28	$\frac{34{,}5-8{,}2}{63} = 0{,}42_4$	$0{,}12_7$	$\frac{9\frac{1}{2}-45\frac{1}{4}}{63}$	$0{,}43_8$	$0{,}13_{15}$	**$0{,}004_5$** „
	5	$\frac{17-50}{62}$	„	„	$\frac{33-8{,}2}{62} = 0{,}40_0$	$0{,}12_0$	$\frac{15\frac{1}{4}-50}{62}$	$0{,}42_9$	$0{,}12_{85}$	**$0{,}008_5$** „
	6	$\frac{19\frac{1}{2}-52\frac{1}{2}}{64}$	„	„	$\frac{33-8{,}2}{64} = 0{,}38_6$	$0{,}11_6$	$\frac{19-53\frac{1}{4}}{64}$	$0{,}41_6$	$0{,}12_5$	**0,009** „
	7	$\frac{16-49\frac{1}{2}}{63}$	„	„	$\frac{33{,}5-8{,}2}{63} = 0{,}40_2$	$0{,}12_{05}$	$\frac{15-49\frac{3}{4}}{63}$	$0{,}42_2$	$0{,}12_{65}$	**0,006** „
	8	$\frac{14\frac{1}{2}-45}{51}$	„	„	$\frac{30{,}5-8{,}2}{51} = 0{,}43_7$	$0{,}13_1$	$\frac{14-45\frac{1}{4}}{51}$	$0{,}45_1$	$0{,}13_{55}$	**$0{,}004_5$** „
	9	$\frac{0-29}{51}$	„	„	$\frac{29-7{,}2}{51} = 0{,}42_7$	$0{,}12_8$	$\frac{0-30}{51}$	$0{,}44_7$	$0{,}13_4$	**0,006** „
	10	$\frac{21-61}{85}$	2×10	26	$\frac{40-8}{85} = 0{,}37_7$	$0{,}11_3$	$\frac{23-67\frac{1}{4}}{85}$	$0{,}42_6$	$0{,}12_8$	**0,015** „
	11	$\frac{11-48}{73}$	2×9	23	$\frac{37-7{,}2}{73} = 0{,}40_8$	$0{,}12_{25}$	$\frac{11\frac{1}{2}-49}{73}$	$0{,}41_5$	$0{,}12_{45}$	**0,002** „
	12	$\frac{22\frac{1}{2}-65}{90}$	„	„	$\frac{42{,}5-7{,}2}{90} = 0{,}39_2$	$0{,}11_{75}$	$\frac{21-64\frac{1}{4}}{90}$	$0{,}40_0$	$0{,}12_0$	**$0{,}002_5$** „
	13	$\frac{14-52}{78\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{38-7{,}2}{78{,}5} = 0{,}39_5$	$0{,}11_{85}$	$\frac{22-62}{78\frac{1}{2}}$	$0{,}42_1$	$0{,}12_{65}$	**0,008** „

O_2-O_1 (Mittel) = $0{,}008_0$ GM

auch ich an meinem Objekt, wie FITTING an *Rhoeo*, bisher nicht wahrgenommen.

Ich wählte 10—15 benachbarte Zellen der inneren, d. h. von den Schnittflächen entfernten Zellagen, wom. in einer oder in zwei benachbarten Längsreihen. Sie wurden bei jeder Messung in gleicher Reihenfolge untersucht; dadurch wurden, obwohl jede Ablesung ca. 15 Minuten dauert, die Zeitintervalle für die einzelnen Zellen annähernd gleich.

Sorgfältigst sind die Formen abnormaler Plasmolyse zu beachten. Dieselben treten oft zahlreicher als in den zur Mitteilung gewählten Versuchen

20. VI. 1918.

mitgeteilt). Die Zellen grenzten nicht ans Stranggewebe, sondern lagen drei Reihen weiter nach innen. λ ist in Z. 1—3 und 10—13 zu 0,4, in Z. 4—9 zu 0,41 angenommen. — Die Permeabilität war hier geringer.

3. Messung 1^h 35—48				4. Messung 3^h 10—20				O_4-O_1
$\frac{l_3}{h}$	G_3	O_3	O_3-O_2	$\frac{l_4}{h}$	G_4	O_4	O_4-O_3	
$\frac{22-68}{80\frac{1}{2}}$	$0{,}47_7$	$0{,}14_3$	**0,015 GM**	Ton.				
$\frac{16-56}{72}$	$0{,}44_4$	$0{,}13_3$	—	$\frac{16-57\frac{1}{2}}{72}$	$0{,}46_6$	$0{,}14_0$	**0,007 GM**	**$0{,}023_5$ GM**
$\frac{16\frac{1}{2}-52}{60\frac{1}{2}}$	$0{,}45_8$	$0{,}137_5$	**$0{,}001_5$ „**	$\frac{16-52\frac{1}{2}}{60\frac{1}{2}}$	$0{,}47_1$	$0{,}14_1$	**$0{,}003_5$ „**	**$0{,}014_5$ „**
$\frac{9\frac{1}{4}-46}{63}$	$0{,}45_4$	$0{,}13_6$	**$0{,}004_5$ „**	$\frac{5-43\frac{1}{4}}{63}$	$0{,}47_6$	$0{,}14_3$	**0,007 „**	**0,016 „**
$\frac{13\frac{1}{2}-48\frac{1}{2}}{62}$	$0{,}43_2$	$0{,}129_5$	**0,001 „**	$\frac{7-46}{62}$	$0{,}50_3$	$0{,}15_1$	**$0{,}021_5$ „**	**0,031 „**
$\frac{21-56}{64}$	$0{,}41_9$	$0{,}125_5$	**$0{,}000_5$ „**	$\frac{24-61}{64}$	$0{,}43_7$	$0{,}13_1$	**$0{,}005_5$ „**	**0,015 „**
$\frac{16-51}{63}$	$0{,}42_6$	$0{,}12_8$	**$0{,}001_5$ „**	$\frac{14\frac{1}{2}-50}{63}$	$0{,}43_3$	$0{,}13_0$	**0,002 „**	**$0{,}009_5$ „**
$\frac{12\frac{1}{2}-44}{51}$	$0{,}45_7$	$0{,}13_7$	**$0{,}001_5$ „**	$\frac{3\frac{1}{2}-36}{51}$	$0{,}47_7$	$0{,}14_3$	**0,006 „**	**0,012 „**
$\frac{0-31}{51}$	$0{,}46_7$	$0{,}14_0$	**0,006 „**	$\frac{0-82\frac{1}{2}}{51}$	$0{,}48_6$	$0{,}14_6$	**0,006 „**	**0,018 „**
$\frac{89\frac{1}{2}-83\frac{1}{2}}{85}$	$0{,}42_3$	$0{,}12_7$	[?—**0,001**]	tot				
$\frac{13-50\frac{1}{2}}{73}$	$0{,}41_5$	$0{,}124_5$	—	$\frac{18-56}{73}$	$0{,}42_2$	$0{,}126_5$	**0,002 „**	**0,004 „**
$\frac{21-65}{90}$	$0{,}40_9$	$0{,}122_5$	**$0{,}002_5$ „**	$\frac{19-67}{90}$	$0{,}45_3$	$0{,}13_6$	**$0{,}013_5$ „**	**$0{,}018_5$ „**
$\frac{24-64}{78\frac{1}{2}}$	$0{,}42_1$	$0{,}126_5$	—					
	O_3-O_2 (Mittel) = **$0{,}002_6$ GM**				O_4-O_3 (Mittel) = **$0{,}007_4$ GM**			O_4-O_1 (Mittel) = **0,016 GM**

auf. Für Rohrzucker habe ich die wichtigsten Formen beschrieben[1]). Manche von ihnen kommen ähnlich in KNO_3 vor („Scheinplasmolyse", „Kerbplasmolyse" . . .), auf andere, die hier spezifisch sind, kann ich jetzt nicht eingehen. Am häufigsten sind die seit DE VRIES bekannten Formen, wo Plasmahaut, Körnerplasma, Chromatophoren und Kern tot sind und der allein mehr lebenden, prall gerundeten Vakuolenwand äußerlich ansitzen; ich nenne sie mit dem DE VRIESschen Ausdruck „Tonoplastenstadium" (= Ton.).

---

1) Denkschr., l. c., S. 154 f.

6. VI. 1916.

Versuch 3.

18 Stunden in H_2O. 8h 15 Vorm. in **0,20 GM KNO_3**, 1 Messung 10h 15—35. 2. Messung 12h 20—40. 3. Messung 2h 40—55. (4. Messung 4h 55—5h 15.) — λ ist in Zelle 1—6 gleich 0,4, in Z. 7—11 gleich 0,42.

C	Zelle	1. Messung					2. Messung				3. Messung			
		$\frac{l_1}{h}$	2 m	b	G_1	O_1	$\frac{l_2}{h}$	G_2	O_2	$O_2—O_1$	$\frac{l_3}{h}$	G_3	O_3	$O_3—O_2$
0,20 GM KNO_3	1	$\frac{6-54}{68\frac{1}{2}}$	2×7	18	$0{,}61_9$	$0{,}12_4$	$\frac{6-62\frac{1}{3}}{68\frac{1}{2}}$	$0{,}72_6$	$0{,}14_5$	**0,021 GM**	tot			
	2	$\frac{8-58}{80}$	„	„	$0{,}55_5$	$0{,}11_1$	$\frac{2-60\frac{1}{2}}{80}$	$0{,}66_1$	$0{,}13_2$	**0,021** „	$\frac{1-64}{80}$	$0{,}71_7$	$0{,}14_3$	**0,011 GM**
	3	$\frac{9\frac{2}{3}-48}{60}$	„	„	$0{,}54_5$	$0{,}10_9$	$\frac{10\frac{1}{2}-63\frac{1}{2}}{60}$	$0{,}62_3$	$0{,}12_5$	**0,016** „	$\frac{10-60}{60}$	$0{,}74_0$	$0{,}14_8$	**0,023** „
	4	$\frac{15-64}{80}$	„	„	$0{,}54_3$	$0{,}10_9$	$\frac{16\frac{3}{4}-68}{80}$	$0{,}57_1$	$0{,}11_4$	**0,005** „	$\frac{12-73}{80}$	$0{,}69_2$	$0{,}13_8$	**0,024** „
	5	$\frac{15-60\frac{1}{2}}{73\frac{1}{2}}$	„	„	$0{,}54_3$	$0{,}10_9$	$\frac{15-62\frac{1}{4}}{73\frac{1}{2}}$	$0{,}56_6$	$0{,}11_3$	**0,004** „	$\frac{11\frac{1}{2}-67\frac{3}{4}}{73\frac{1}{2}}$	$0{,}68_8$	$0{,}13_8$	**0,025** „
	6	$\frac{15-68\frac{2}{3}}{81}$	„	„	$0{,}59_4$	$0{,}11_9$	$\frac{12-72}{81}$	$0{,}67_2$	$0{,}13_4$	**0,015** „	$\frac{4-75}{81}$	$0{,}80_7$	$0{,}16_1$	**0,027** „
	7	$\frac{24-77\frac{1}{2}}{88}$	2×5	16	$0{,}56_0$	$0{,}11_2$	$\frac{28\frac{1}{2}-79\frac{1}{2}}{88}$	$0{,}58_9$	$0{,}11_8$	**0,006** „	$\frac{14-82}{88}$	$0{,}72_5$	$0{,}14_1$	**0,028** „
	8	$\frac{15-65}{85}$	„	„	$0{,}53_9$	$0{,}10_8$	$\frac{10-71\frac{1}{2}}{85}$	$0{,}67_4$	$0{,}13_5$	**0,027** „	tot			
	9	$\frac{16-69}{84\frac{1}{2}}$	„	„	$0{,}57_8$	$0{,}11_6$	$\frac{11\frac{1}{2}-75}{84\frac{1}{2}}$	$0{,}70_2$	$0{,}14_0$	**0,024** „	tot			
	10	$\frac{15\frac{1}{2}-62}{73\frac{1}{2}}$	„	„	$0{,}57_5$	$0{,}11_5$	$\frac{11\frac{1}{2}-68}{73\frac{1}{2}}$	$0{,}64_3$	$0{,}12_9$	**0,014** „	Ton			
	11	$\frac{11-59\frac{1}{2}}{79}$	„	„	$0{,}56_1$	$0{,}11_2$	$\frac{7-65}{79}$	$0{,}68_1$	$0{,}13_6$	**0,024** „	$\frac{3-69\frac{3}{4}}{79}$	$0{,}79_1$	$0{,}15_8$	**0,022** „
										$O_2—O_1$ (Mittel) = $0{,}016_2$ GM				**$O_3—O_2$ (Mittel) = $0{,}022_2$ GM**

Die Abb. soll die Tabellen erläutern und die Art, wie man den Grad der Plasmolyse bestimmt, in Erinnerung rufen. Man mißt vier Größen: l, h, 2 m, b. — λ ist der Meniskusfaktor (zwischen $^1/_3$ und ½, oft um 0,4), C — die konstante Außenkonzentration, G — die Grade der Plasmolyse, O (= C × G) — die osmotischen Werte der Einzelzellen zur Zeit jeder Messung, $O_2 - O_1$ — die von der 1. bis zur 2. eingedrungenen Lösungsmengen (in GM KNO_3).

Versuch 4. 30. V. 1916.

10 Minuten in H_2O. In **0,25 GM** KNO_3 eingetragen um 1^h 10; hier zum erstenmal besehen 2^h 45—3^h: Plasmolyse meist noch konkav und imperfekt, nur in Zelle 2—4 approximativ meßbar: G = 0,62, 0,57, $0,52_5$. Bei den weiteren Ablesungen (1. Messung 4^h 15—35, 2. Messung 6^h 15—35) zeigte die Endplasmolyse folgenden Grad:

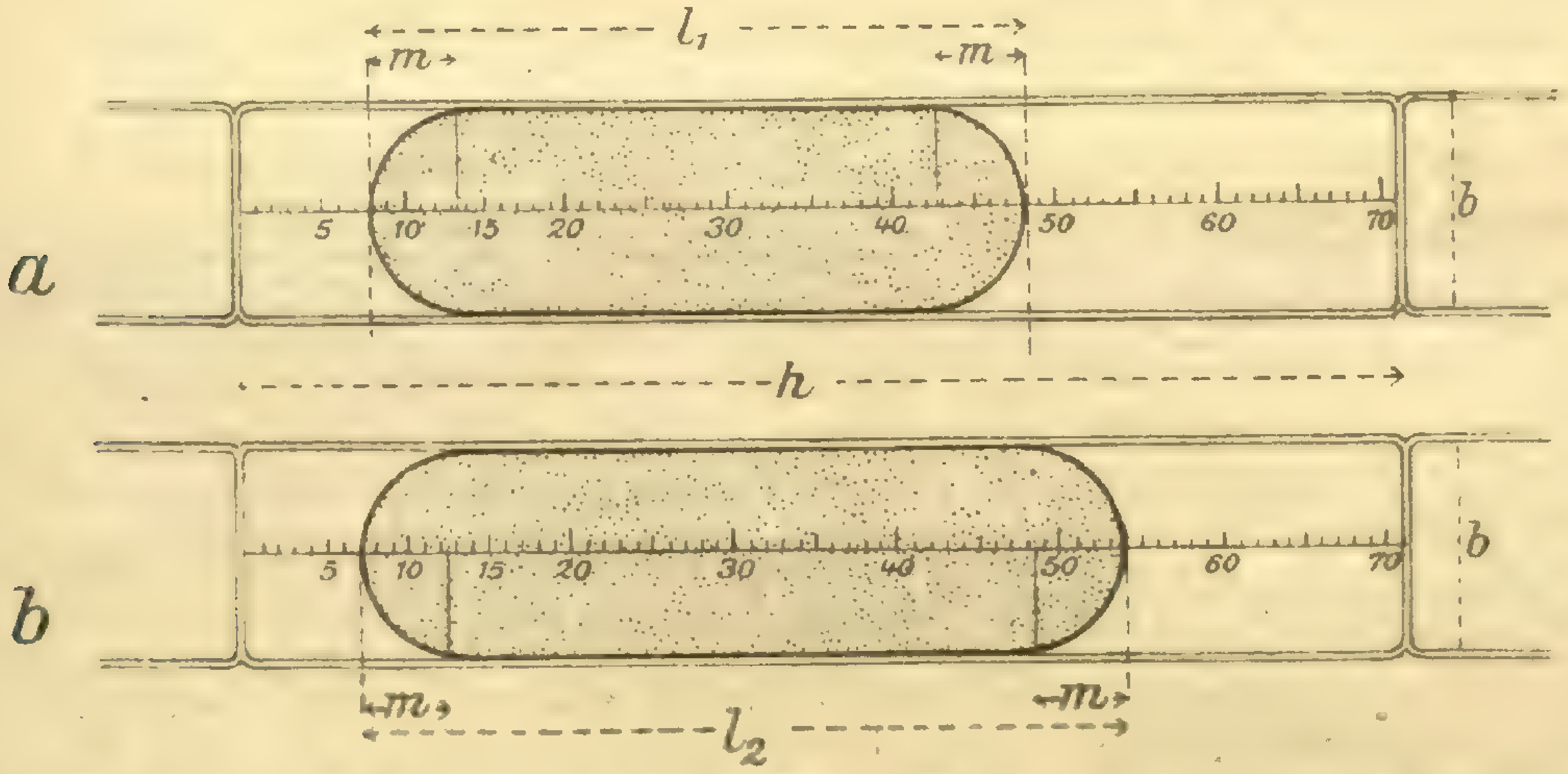


Abb. 1. Zelle 4 aus Versuch 1, in 0,25 GM KNO_3 plasmolysiert, schematisch. a) bei der 1. Messung ($G = 0,50_7$), b) 2½ Stunden später bei der 2. Messung ($G = 0,60_3$); h = Länge der Zelle, l = Länge des Protoplasten, m = Höhe der Menisci, b = innere Zellbreite. — Es sind $(G_2 - G_1) \cdot C = (0,60_3 - 0,50_7) \times 0,25 = 0,024$ GM KNO_3 eingedrungen.

Zelle:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
G_1:	$0,65_2$	$0,64_5$	$0,59_2$	$0,57_0$	$0,55_3$	$0,56_7$	$0,55_3$	$0,57_4$	$0,55_2$
G_2:	$0,71_4$	$0,69_7$	$0,64_9$	$0,63_0$	$0,61_5$	$0,61_6$	$0,59_2$	$0,61_0$	$0,62_0$
$O_2 - O_1$:	$0,015_5$	0,013	0,014	0,015	$0,015_5$	0,012	0,010	0,009	0,017

Fortsetzung

Zelle:	10	11	12	13
G_1:	$0,56_1$	$0,57_6$	$0,55_8$	$0,57_8$
G_2:	$0,59_0$	$0,60_1$	$0,59_4$	$0,64_8$
$O_2 - O_1$:	0,007	0,006	0,009	$0,017_5$

Mittlere Stoffaufnahme $O_2 - O_1 = 0,012_4$ GM KNO_3 in 2 Stunden.

Versuch 5. 8. VI. 1916.

1¼ Stunden gewässert. In **0,25 GM** KNO_3 eingelegt 9^h 45 vorm., 1. Messung 11^h 35—50, 2. Messung 1^h 10—20, 3. Messung 2^h 40—50 (dann noch 3mal abgelesen). — 10 Zellen einer Reihe, die ans Gefäßbündel grenzt, 17′ breit

---

1) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 16, 1885, S. 465.

2) Diese Ber., Bd. 35, 1918, S. 715.

Zelle:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G_1: =	$0,58_1$	$0,57_4$		$0,55_1$	$0,55_2$	$0,52_1$		$0,52_0$	$0,55_8$	$0,57_4$
G_2: =	$0,63_6$	$0,61_5$	$0,62_6$	$0,60_0$	$0,59_4$	0,53	$0,57_7$	$0,59_0$	$0,58_9$	$0,62_3$
G_3: =	$0,71_9$	$0,69_5$	$0,66_9$	$0,66_4$	$0,66_1$	$0,53_4$	$0,59_7$	$0,62_0$	$0,61_6$	0.67_4
$O_2 - O_1$ =	0,014	0,010		0,012	0,013	0,002		$0,017_5$	0,008	0,012
$O_3 - O_2$ =	0,021	0,020	$0,010_5$	0,016	$0,016_5$	0,001	0,005	$0,007_5$	0,007	$0,012_5$GM

Mittel ($O_2 - O_1$) = **$0,010_8$ GM.** Mittel ($O_3 - O_2$) = **$0,011_7$ GM.**

Versuch 6. 20. XII. 1916.

16 Stunden in H_2O. 10^h vorm. in **0,25 GM** KNO_3; 1. Messung 12^h 12—25, 2. Messung 2^h 55—3^h 10; 3. Messung 4^h 25—40. T = 18 ° C. Plasmolyse schon bei der 2. Messung in Zelle 3 u. 6 zurück (pathologisch erhöhte Permeabilität?), bei der 3. Messung auch in Zelle 4 u. 5 zurück, in Z. 7 Grenzplasmolyse, nur nähernd meßbar.

Zelle:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G_1: =	$0,69_9$	$0,72_5$	$0,71_2$	$0,72_6$	$0,72_2$	$0,71_9$	$0,72_4$	$0,67_7$	$0,69_7$	$0,69_3$
G_2: =	$0,79_7$	$0,83_2$	zur.	$0,84_0$	$0,81_4$	zur.	$0,85_4$	$0,75_6$	$0,79_5$	$0,78_3$
G_3: =	$0,82_4$	$0,93_9$	zurück				0,98?	$0,90_5$	$0,82_6$	$0,89_3$
$O_2 - O_1$ =	$0,024_5$	0,027		$0,028_5$	0,023		0,030	0,020	$0,024_5$	0,010
$O_3 - O_2$ =	0,007	0,027					0,03?	0,037	0,008	0,040

Mittel ($O_2 = O_1$) = **$0,023_4$ GM.** [Mittel ($O_3 - O_2$) = **$0,025_5$ GM**].

Die Differenzen $O_2 - O_1$, $O_3 - O_2$ geben überall direkt an, was für Lösungsmengen in den betreffenden Zeitintervallen in die Protoplaste eingedrungen sind. —

Ich will zunächst in Kürze die Genauigkeit der Einzelwerte diskutieren. Der Messungsfehler von 1 ist, dank der scharfen Konturierung der Protoplaste, nicht größer als ± ¼ Teilstrich. Das gibt einen Fehler für G = ± ¼ : h (z. B. = ¼ : 61 = 0,004), für O (= C · G) einen Fehler z. B. = ± 0,004×0,25 = 0,001 GM. Der Fehler des Resultates (O_2—O_1) wird ungünstigenfalls ± 0,002 GM. Ungenauigkeiten für m kommen nicht in Betracht, soweit die Meniskusform die gleiche bleibt, Fehler für h (und Abweichungen des Zellumens von der geometrischen Form) beeinflussen die absoluten Werte O, doch gewöhnlich nicht die Differenzen O_2—$O_1$1). — So genau läßt sich also

---

1) Neben den Fehlern der mikroskopischen Messung kommen noch in Betracht:

2. Die „Protoplasmakorrektur" (Denkschr., l. c., S. 113, 118. Diese Ber. l. c., S. 720). Sie ist auch bei Permeabilitätsversuchen zu berücksichtigen, darf aber für die *Tradescantia*zellen vernachlässigt werden.
3. Der Fehler beim Herstellen der Lösungen Er wird minimal, wenn man die Gebrauchslösungen (0,25 GM, 0,30 GM KNO_3) direkt, nicht durch Verdünnung einer n-Lösung bereitet; er hätte ferner nur für die Werte O, nicht für die Differenzen O_2—O_1 allenfalls merkliche Größe.
4. Der „physikalische Fehler" (wie ich sagen möchte) des absoluten O-Wertes bei plasmometrischer Wertung mit Elektrolytsalzen. Er ist bes. veranlaßt durch verschiedenen Ionisationsgrad der Salzkonzentrationen C und O. Für die Differentialwerte O_2—O_1 wird er klein. Er soll hier vernachlässigt und erst bei späterer Gelegenheit ausführlich diskutiert werden.

nach der plasmometrischen Methode ohne weiters arbeiten, daß eine Aufnahme von 0,001—0,002 GM KNO_3 in die Einzelzelle mit Sicherheit festzustellen ist. Eine Längenausdehnung von ½′ entspricht bei Plasmolyse in 0,25 GM in mittellangen Zellen bei meiner Vergrößerung[1]) einem Wertanstieg von 0,002 GM KNO_3; für längere Zellen wird der Einfluß der Fehler kleiner.

Das Höchstmaß der Genauigkeit ist damit natürlich noch lange nicht erreicht. Es wird sich schon durch äußere Verbesserungen (Wahl der Vergrößerung, Mikrometerteilung, Ablesungsintervalle . . .), je nach Bedarf, bedeutend steigern lassen.

Wir betrachten die absolute Größe der Permeabilität u. zw. vorerst die Mittelwerte aller gemessenen Zellen jedes Versuches.

In Versuch 1 sind von der ersten bis zur 2. Messung, in etwa 2½ Stunden, 0,0218 GM KNO_3 in die Protoplaste eingedrungen, von der 2. zur 3. Messung, in weiteren 2½ Stunden, 0,0257 GM; die Außenkonzentration betrug 0,25 GM. Im Versuch 3 sind aus 0,20 GM in 2 Stunden 0,0162 GM, dann in 2 St. 20 Min. 0,0222 GM aufgenommen worden. Im Versuch 2 sind aus 0,30 GM in aufeinanderfolgenden Abschnitten von je 1½ Stunden je 0,0080, 0,0026, 0,0074 GM KNO_3 eingetreten.

Um die Resultate übersichtlicher zu machen, wollen wir die Permeabilitätswerte auf die Zeiteinheit beziehen und die im Durchschnitt per Stunde aufgenommene Lösungsmenge M nennen[2]).

Es ist in Versuch 1 $M_{1-2} = 0{,}0085$ GM, $M_{2-3} = 0{,}0099$ GM. In Versuch 3 ist $M_{1-2} = 0{,}0077$, $M_{2-3} = 0{,}0094$ GM. In Versuch 2 war die Durchlässigkeit geringer, $M_{1-2} = 0{,}0053$, $M_{2-3} = 0{,}0017$, $M_{3-4} = 0{,}0049$ GM. In Versuch 4 sind aus 0,25 GM KNO_3 in zwei Stunden 0,0124 GM eingedrungen, $M = 0{,}0062$ GM. In Versuch 5 wurden 0,0108 und 0,0117 GM in Intervallen von je 1½ Stunden aufgenommen, $M_{1-2} = 0{,}0072$, $M_{2-3} = 0{,}0078$ GM. Im Versuch 6, der im Dezember stattfand, ist die Durchlässigkeit auffallenderweise relativ hoch, $M_{1-2} = 0{,}0134$ GM KNO_3. — Einige M-Werte sind in der Tabelle, S. 435, zusammengestellt.

Wenn man diese Zahlen ansieht, so wird man die KNO_3-Permeabilität zunächst recht gering finden. Sie hätte auch in der Tat mit den älteren Methoden, wie mit derjenigen der vergleichenden isotonischen Koeffizienten, wohl nicht nachgewiesen werden können.

---

[1]) Zeiß, Obj. D, Ok. 4, ein Teilstrich = 8,9 μ.

[2]) Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß die Stoffaufnahme während der Intervalle eine auch nur annähernd gleichmäßige gewesen sei!

Mit FITTINGs Werten für *Rhoeo*[1]) jedoch, den einzigen gleich sicher gemessenen, die füglich zum Vergleich herangezogen werden können, stimmen meine Werte in der Größenordnung ganz vorzüglich überein![2])

Dort drangen während der 2. Viertelstunde, d. i. 15—30 Min. nach dem Eintragen der Schnitte in die Lösungen, in die permeabelsten Präparate etwa 0,0025 GM Salz ein, „in den darauffolgenden 30 Minuten 0,0025—0,0005 GM, in der ersten Stunde nach Versuchsbeginn mindestens etwa 0,0075—0,01 GM.“ Allerdings begann dann schon von der ersten Stunde an die Salzaufnahme abzunehmen[3]); schon nach einigen (3—5) Stunden war sie viel geringer, höchstens ca. 0,0025 GM pro Stunde, und nach 12—20 Stunden hatte sie so gut wie ganz aufgehört.

Meine Resultate sind also mit denen FITTINGs nicht unmittelbar zu vergleichen. Die direkten Messungen konnten ja bei mir erst vom Eintritt der Endplasmolyse, d. i. etwa von der 3. Stunde der KNO_3-Plasmolyse an beginnen. Also zu einer Zeit, wo bei *Rhoeo* die anfängliche Durchlässigkeit infolge der permeabilitätshemmenden Wirkung des Salzes schon sehr herabgemindert ist. Die von FITTING festgestellte Abnahme der Permeabilität habe ich auch bei meinem Objekt in interessanter Modifikation wiedergefunden, darüber soll demnächst berichtet werden. Aber der hemmende Einfluß des Salzes scheint sich hier in der Regel erst viel später geltend zu machen und die mitgeteilten Permeabilitätsgrößen dürften demnach, wie übrigens später noch näher zu begründen sein wird, doch noch die typischen gewesen sein.

---

[1]) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 56, 1915, S. 1.

[2]) HEUSSER (Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Ges. in Zürich, Bd. 62, 1917, S. 565) hat jüngst die Permeabilität gesunder und von Exoascus befallener Pfirsichblätter in stark hypertonischen Lösungen untersucht und z. B. gefunden, daß die Zellen der gesunden Blätter (O um 0,6 GM KNO_3) aus 2,0 GM KNO_3 (gewichtsnormal!) pro Stunde etwa 0,05—0,1 GM aufnehmen; die Bestimmung geschah durch nachträgliche Deplasmolyse und Ermittlung der plasmol. Grenze in einer um 0,025 GM abgestuften Konzentrationsreihe. — Die Werte sind in Anbetracht des Konzentrationsgefälles mit FITTINGs und mit meinen Zahlen gut vergleichbar.

TRÖNDLE (Ebd., Bd. 63, 1918, S. 187) fand grenzplasmolytisch Permeabilitätswerte von z. T. ganz anderer, weit höherer Größenordnung. Es waren z. B. in die Blattpalisadenzellen von *Acer platanoides* (S. 197) in 38 Minuten durchschnittlich im Lichte 0,37 GM, im Dunkeln 0,10 GM NaCl eingedrungen. TRÖNDLE gibt in dankenswerter Weise eine Formel an (S. 208), nach der auch die zahlreichen älteren, nach der Methode der Permeabilitätskoeffizienten gewonnenen Werte ins direkte Maß übertragen werden können. — Die Befunde wären von besonderem Interesse, wenn sich ganz eindeutig zeigen ließe, daß der rapide Rückgang der Plasmolyse in NaCl wirklich in intakten Zellen, nicht etwa schon infolge pathologischer Permeabilitätserhöhung, erfolgt ist.

[3]) l. c., S. 22 f., 26, 60.

Ferner ist für den Vergleich nicht zu übersehen, daß FITTING mit Lösungen, die der plasmolytischen Grenze naheliegen, gearbeitet hat, während ich die Durchlässigkeit in stärker hypertonischen Lösungen untersuchte. Nach einem bekannten physikalischen Gesetz sind aber die durch eine Membran diffundierenden Stoffmengen sehr annähernd dem Konzentrationsabfall des Stoffes proportional (d. h., die Durchlässigkeit, auf die Einheit des Konzentrationsabfalles bezogen, ist fast konstant). Wenn meine Werte z. T. etwas höher als die FITTINGschen liegen, so konnte dies ebensowohl damit wie mit Eigenschaften meines Versuchsobjektes zusammenhängen. — Freilich, wie weit jenes Gesetz für die lebende Plasmamembran und gar für den Durchtritt von Salzen gilt, darüber wissen wir heute noch so gut wie nichts. Die plasmometrische Methode wird nunmehr ganz unmittelbar erlauben, die Permeabilität in verschieden stark hypertonischen Außenlösungen zu studieren. Solche vergleichende Messungen, für verschiedene Substanzen, müssen wohl auch eines der nächsten Arbeitsziele sein. —

Daß es sich in meinen Versuchen um wirkliches Eindringen von KNO_3, nicht etwa um eine regulatorische Werterhöhung infolge Neubildung osmotischer wirksamer Stoffe im Zellsaft handelt, könnte ich leicht in üblicher Art durch Parallelversuche in Rohrzucker zeigen. Ich habe solche in großer Zahl angestellt und a. a. O. schon darüber berichtet[1]).

Eine bemerkenswerte, vordem nicht bekannte Tatsache ist es, daß die endgiltig plasmolysierten Protoplaste sich innerhalb des Zellumens oft von einer Messung zur nächsten verschieben. In Zelle 8, Versuch 2, lag z. B. der Protoplast bei der zweiten Messung zwischen Teilstrich 14—45$^1/_4$, bei der vierten zwischen 3$^1/_2$—36, er ist um 9′ gewandert. Ich war über diese Erscheinung, als ich sie bei „Konstanzversuchen“ in Rohrzucker zuerst beobachtete, überrascht. Seither habe ich sie hundertfältig kennen gelernt. Die theoretische Bedeutung liegt m. M. in folgendem: Es zeigt sich, daß die Adhäsion des Plasmas an der Zellwand im endplasmolysierten Zustande hier minimal geworden sein muß, während sie bekanntlich bei eintretender Plasmolyse meist

---

1) Denkschr. l. c., S. 145.

recht stark ist[1]). Das treibende Moment bei der Verschiebung müssen wohl die Oberflächenkräfte der runden Menisci sein. Ich kann nicht anders denken, als daß es subtile Unterschiede in der Zellbreite sind, die die Protoplaste veranlassen, sich von schmäleren nach breiteren Stellen hin zu bewegen[2]), wie das aus Gründen der Kapillarspannung begreiflich wird. —

Dasjenige Ergebnis aber, das am allermeisten Beachtung verdienen dürfte, zeigt sich, wenn man in den Tabellen nicht nur die Mittelwerte, sondern die Einzelwerte für $O_2 - O_1$ ins Auge faßt. Es ist die außerordentlich große Ungleichmäßigkeit in der Permeabilität der Einzelzellen.

Betrachten wir z. B. den Versuch 1. Im Mittel waren bei der 2. Messung 0,022 GM KNO_3 eingedrungen. Die Extremwerte sind in Zelle 12 0,009 GM, in Zelle 11 0,043 GM. Die Spannweite ist sehr groß[3]). In V. 2 ist das Mittel $O_2 - O_1 = 0{,}008$ GM, die Extreme sind 0,016 und 0,002 GM. Bei den nächsten Messungen sinken die Mindestwerte nahe an Null. Ähnliche Schwankungen zeigen die übrigen Versuche.

Der Befund ist natürlich neu, Permeabilitätsmessungen an Einzelzellen liegen ja bisher nicht vor[4]).

Es wird sich lohnen, die überraschende Unstetigkeit der Durchlässigkeitswerte zahlenmäßig auszudrücken. Ich berechne zu diesem Zwecke für die mitgeteilten und ein paar andere Versuche die durchschnittliche Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert (in 1. Potenz) und deren mittlere (quadratische) Abweichung.

In der folgenden Tabelle (S. 435) ist C die Konzentration der plasmolysierenden KNO_3-Lösung, n die Zahl der untersuchten Zellen, Pl die Dauer der Plasmolyse vor der ersten Messung, t die Zeit zwischen den Ablesungen (d. i. die Zeit, für welche die Permeabilität beobachtet wurde), in Stunden, und M der Mittelwert der während dieser Zeit durchschnittlich pro Stunde aufgenommenen Lösungsmengen. Die durchschnittl. Abweichung ist $\frac{\delta_1 + \ldots \delta_n}{n}$ (wo δ die

---

[1]) HECHT, COHNs Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. Bd. 11, 1911, S. 137. HÖFLER, Denkschr., l. c., S. 109, 137, 148.

[2]) Für unseren Zweck kann so eine Fehlerquelle entstehen, wodurch die Permeabilität zu klein erscheinen kann; Protoplaste, die sich verschoben haben, könnten z. B trotz Volumzunahme gleichlang, bei konstantem Volum verkürzt erscheinen, vgl. z. B. Zelle 10, Versuch 2, 3. Messung.

[3]) Der Protoplast 12 hatte sich allerdings verschoben!

[4]) Nur einige Versuche LEPESCHKINs mit Glyzerin und Spirogyra (diese Ber., Bd 27, 1909, S. 138 f.) ließen sich durch Umrechnung vergleichbar machen.

Versuch	C	H_2O	Pl	Permeabilitätsversuche mit KNO_3	n	t	M	Durchschnittl. Abweichung	Mittlere Abweichung
1	0,25	17	2½	14. VI. 1918, 1.—2. Messung	14	2St. 35′	**0,0085 GM**	± 39,8 %	± **50,9** %
				„ , 2.—3. „	13	2St. 35′	**0,0099** „	± 48,8 %	± **54,8** %
2	0,30	15	3½	20. VI. 1918, 1.—2. Messung[1])	13	1St. 30′	**0,0053** „	± 43,7 %	± **58,1** %[1])
				„ , 1.—4. „ [1])	10	4St 30	**0,0036** „	± 34,2 %	± **44,3** %
3	0,20	18	2	6. VI. 1916, 1.—2. Messung	11	2St. 5′	**0,0077** „	± 41,3 %	± **47,9** %
				„ , 2.—3. „	7	2St. 20′	**0,0094** „	± 14,4 %	± **21,4** %
4	0,25	¹/₆	3	30. V. 1916, 1.—2. Messung	13	2St.	**0,0062** „	± 26,1 %	± **29,6** %
5	0,25	1¼	2	8. VI. 1916, 1.—2. Messung	8	1St. 30′	**0,0072** „	± 28,9 %	± **38,7** %
				„ , 2.—3. „	10	1St. 30′	**0,0078** „	± 47,0 %	± **54,0** %
6	0,25	16	2¼	20. XII. 1916, 1.—2. Messung[2])	8	1St. 45′	**0,0134** „	± 18,4 %	± **25,0** %
7	0,25	13	2⅓	6. VI. 1916, 1.—2. Messung	8	2St 5′	**0,0055** „	[± 73,9 %]	[± **84,9** %][3])
8	0,25	13	4¾	6. VI. 1916, 1.—3. Messung	10	4St. 15′	**0,0075** „	± 21,5 %	± **26,1** %
9	0,30	15½	2¾	22. XII. 1916, 1.—2. Messung	10	1St. 45′	**0,020** „	± 33,9 %	± **37,3** %
10	0,30	15	3	13. VI. 1918, 1.—3. Messung	9	2St. 5′	**0,010** „	± 36,0 %	± **43,7** %
11	0,25	15½	2¼	18. VI. 1918, 1.—2. Messung	17	1St.	**0,0044** „	± 29,4 %	± **39,4** %
	GM			„ , 2.—3. „	17	1St.	**0,0048** „	± 34,1 %	± **39,4** %
	KNO_3			„ , 1.—3. „	17	2St	**0,0046** „ KNO_3	± 22,1 %	± **27,7** %

---

[1]) Für die Einzelintervalle wird bei kleiner Permeabilität der Einfluß der Messungsfehler groß.

[2]) Mit Ausschließung der zwei deplasmolysierten Zellen.

[3]) Hier sind zwei Zellen mit pathologisch erhöhter Permeabilität in die Berechnung einbezogen!

absoluten Zahlenwerte der Abweichungen der Einzelzellen vom Mittel sind), die mittlere Abweichung ist als $\sqrt{\frac{\delta_1^2 + \ldots \delta_n}{n}}$ berechnet.

Die mittlere quadratische Abweichung beträgt um 25—50 pCt. und noch mehr. Die Messungsfehler können nur einen kleinen Teil davon verschulden[1]).

Ich betone, daß es sich um benachbarte Zellen einer oder zweier Längsreihen handelt, die sonst (bis auf ungleiche Länge) sehr gleichartig sind. Ihr wahrer osmotischer Wert z. B. pflegt bis auf 0,015—0,02 GM Rohrz. übereinzustimmen[2]). Ich berechne zum Vergleich die durchschnittlichen und die mittleren Abweichungen der absoluten osmotischen Werte vom Mittelwert O in einigen Rohrzuckerversuchen[3]) mit dem gleichen Material (vgl. die Tabelle auf S. 437).

Die mittlere Abweichung der osmotischen Werte benachbarter Grundgewebszellen aus dem *Tradescantia*-Stengel ist also nur um 2—3 pCt[4].).

Und die Salzaufnahme der so gleichartigen Protoplaste, die ja doch auch unter ganz gleichmäßigen äußeren Bedingungen stehen, ist dabei von so großer Verschiedenheit! Ich sehe hierin das wichtigste Ergebnis, das die plasmometrische Untersuchungsweise bei ihrer ersten Anwendung auf Permeabilitätsfragen gezeitigt hat. Wir können auf die theoretische Tragweite der Tatsache hier nicht eingehen.

Wichtige Fragen tauchen auf. Werden sich solch große Unterschiede in der Durchlässigkeit auch bei anderen pflanzlichen Zellen wiederfinden? Sind sie speziell für die Salzaufnahme charakteristisch? Sind sie nicht vielleicht nur ein Ausdruck der vorangegangenen Wirkung des Salzes auf die Plasmahäute, etwa derart, daß die Permeabilität anfangs überall ähnlich war, nun aber in manchen Zellen erniedrigt (FITTING 1915), in manchen

---

[1]) Ich fand diese Unstetigkeit meistens, doch nicht ausnahmslos. So sah ich einmal die Protoplaste in 0,20 GM KNO_3 8 Stunden lang, bei stündlicher Ablesung, bis zum Rückgang der Plasmolyse sich recht gleichmäßig ausdehnen und dabei ca. 0,01 GM Salz pro Stunde aufnehmen

[2]) Die größeren Unterschiede der O-Werte bei meinen ersten Messungen in Kalisalpeter beruhen also offenbar auch schon auf vorangegangener ungleicher KNO_3-Aufnahme!

[3]) Ich wähle womöglich Versuche, die schon publiziert sind.

[4]) Oder noch kleiner; die absoluten Messungsfehler sind hier, wegen der in Betracht kommenden Abweichungen der Zellumina von der geometrischen Form, größer als bei der Permeabilitätsmessung (vgl. Denkschr., l. c., S 180). — Der perzentuelle Fehler ist natürlich trotzdem dort größer.

Versuch	C	Datum	Rohrzuckerversuche	n	O	Durchschnittl. Abweichung	Mittlere Abweichung
1	0,40 GM	1. II 1916	= „Versuch 8“, Denkschr., l. c., S. 185	9	$0{,}23_8$ GM	± $1{,}7_6$ %	± $2{,}0_3$ %
2	0,35 „	17. II. „		9	$0{,}23_5$ „	± $1{,}4_7$ %	± $1{,}8_8$ %
3	0,35 „	17. II. „		9	$0{,}24_9$ „	± $1{,}9_8$ %	± $3{,}1_4$ %
4	0,40 „	23. III. „	= „Versuch 7“, Denkschr., S. 132	8	$0{,}23_8$ „	± $1{,}4_5$ %	± $1{,}7_1$ %
5	0,30 „	19. V. „	Diese Ber., Bd. 35, S. 716	11	$0{,}17_5$ „	± $2{,}8_1$ %	± $3{,}2_5$ %
6	0,30 „	26. VI. „	= „Versuch 15“, Denkschr., S. 146	10	$0{,}17_2$ „	± $1{,}8_4$ %	± $2{,}2_7$ %
7	0,30 „	26. VI. „	= „Versuch 16“, ebd., S. 146	6	$0{,}16_8$ „	± $2{,}3_0$ %	± $2{,}6_2$ %
8	0,30 „	4. VII. „	= „Versuch 13“, ebd., S. 142	15	$0{,}14_2$ „	± $2{,}7_9$ %	± $3{,}4_4$ %
9	0,30 „	5. VII „	= „Versuch 14“, ebd., S. 144	11	$0{,}11_7$ „	± $2{,}8_4$ %	± $3{,}5_3$ %
10	0,30 „	19. X. 1917	Diese Ber., l. c., S. 719, Versuch 5	9	$0{,}21_9$ „	± $1{,}1_2$ %	± $2{,}0_5$ %
11	0,35 „	19. X „	ebd. , Versuch 6	10[1])	$0{,}19_2$ „	± $1{,}7_9$ %	± $2{,}3_1$ %
12	0,30 „	7. XII. „	ebd. , Versuch 7	10	$0{,}22_3$ „	± $1{,}8_9$ %	± $2{,}7_5$ %
13	0,30 „	7. XII. „	ebd. , Versuch 8	11[2])	$0{,}21_7$ „	± $2{,}1_0$ %	± $2{,}5_0$ %
14	0,40 „	12. XII. „		11	$0{,}23_6$ „	± $2{,}8_5$ %	± $3{,}3_0$ %
15	0,30 „ Rohrz.	18. VI. 1918		18	$0{,}18_0$ „ Rohrzucker	± $1{,}8_5$ %	± $2{,}6_2$ %
						Mittlere Abweichung (Mittel) = ± 2,69 %	

---

1) Zelle 11 u. 12 (l. c.) gehörten einer anderen Längsreihe an.

2) Diese Ber., l. c., S. 719, Zeile 5 von unten: lies 11 Zellen statt 18 Zellen.

gleichgeblieben, in manchen etwa schon pathologisch erhöht ist[1])? Ist die Durchlässigkeit für organische Verbindungen, etwa für Harnstoff oder Glyzerin, eine gleichmäßigere? Oder ist die hohe Variabilität der Einzelwerte ein allgemeines und wesentliches Kennzeichen für die Permeabilitätserscheinungen des lebenden Protoplasten?

Wir dürfen von einer nahen Zukunft Antwort auf diese Fragen erwarten.

Vergleich der plasmometrischen mit früheren Methoden.

Wir müssen die plasmometrische Methode noch kurz mit den bisher zum quantitativen Permeabilitätsnachweis verwendeten Methoden vergleichen.

An erster Stelle steht da FITTINGs (1915[2])) verfeinerte grenzplasmolytische Methode, auf die wiederholt hingewiesen wurde.

Sie liefert, wo sie anwendbar ist, ebenso sichere und fast so genaue Resultate wie die plasmometrische — Mittelwerte für ganze Präparate, nicht Werte für Zellen; dies kann ein Nachteil, doch auch ein Vorzug sein. FITTINGs Methode ist nur in der Auswahl des Untersuchungsmaterials viel beschränkter. Denn Vorbedingung für alles grenzplasmolytische Arbeiten ist ja, daß mehrere möglichst gleiche Präparate verfügbar sein, daß ferner alle Zellen jedes Präparates möglichst genau im osmotischen Wert übereinstimmen müssen. Wie FITTING (l. c., S. 9) betont, dürften nur wenige Objekte diesen Forderungen so vollkommen wie die klassische *Rhoeo discolor* genügen. Die Beschränkungen fallen nun weg. Die plasmometrischen Werte gelten ja ganz unmittelbar für die Einzelzellen! Jede zylindrisch-prismatische Pflanzenzelle — und solche fehlen ja wohl in keinem Pflanzenorgan — wird damit zu einem geeigneten Objekt für Permeabilitätsstudien.

Unsere Methode gibt direkten Aufschluß nicht nur für das Gebiet isotonischer, sondern auch für alle hypertonischen Konzentrationen. Sie ist an äußeren Mitteln sehr anspruchslos[3]). Statt langer Konzentrationsreihen in feiner Abstufung braucht man zum Einzelversuch eine einzige Lösung.

---

[1]) Meine Versuche über den zeitlichen Verlauf der KNO_3-Durchlässigkeit sprechen nicht zugunsten dieser an sich naheliegenden Deutung.

[2]) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 56, 1915, S. 1. — Auf die Handhabung der Methode, die bei FITTING durch allseitige Kritik vorbildlich ist, soll der Vergleich sich natürlich nicht beziehen.

[3]) Dafür sind allerdings die Ansprüche an Aufmerksamkeit, Materialkenntnis und Kritik des Beobachters sehr hochgespannt, — nicht zumindest auch an dessen rein physische Sehkraft!

Ein schwerwiegender Nachteil der plasmometrischen gegenüber der FITTINGschen Methode ist jedoch darin gelegen, daß die Ablesungen viel später, nämlich erst nach dem Eintritt meßbarer Endplasmolyse, beginnen können. Zu solcher gehört aber zweierlei: Osmotisches Gleichgewicht und Gleichgewicht auch in der Form des Protoplasten; das letztere kommt meist erst viel später zustande[1]). Der Nachteil wird besonders dort ins Gewicht fallen, wo die anfängliche Geschwindigkeit der Stoffaufnahme sich, wie bei *Rhoeo*, rasch ändert. —

Die indirekte Methode der isotonischen Koeffizienten von LEPESCHKIN und TRÖNDLE wird nach FITTINGs eindringender Kritik[2]) wohl kein Physiologe mehr in Fällen, wo auch direkte Messung möglich ist, verwenden wollen.

Dagegen müssen wir eine direkte Messungsart LEPESCHKINs noch näher ins Auge fassen, da dieselbe unter allen früheren Methoden des Permeabilitätsnachweises der hier beschriebenen zweifellos am nächsten steht. LEPESCHKINs[3]) Messungen bezogen sich auf Glyzerin und *Spirogyra*: An starkplasmolysierten Protoplasten wurde die nachträgliche Ausdehnung, die nur in der Längsrichtung der Zelle stattfindet, verfolgt und aus der Volumzunahme die endosmierte Glyzerinmenge berechnet. Der Kern der Bestimmung ist also der gleiche wie hier.

Man muß sich fast wundern, warum LEPESCHKINs direkte Methode keine Nachfolge gefunden und sich nicht eingebürgert hat. Ich glaube nur darum, weil ihr Begründer selbst ihr seine indirekte Methode der Permeabilitätskoeffizienten vorzog und damit einen für die nächste Zukunft so verhängnisvollen Schritt getan hat. Der Hauptgrund mag die Umständlichkeit und die wenig handliche Form jener anderen Methode gewesen sein: Die plasmolysierten Protoplaste von 10—14 Zellen wurden mittels Zeichenokulars abgezeichnet[4]). Die Volumzunahme mußte auf cm³ umgerechnet werden. Die Stoffaufnahme wurde auf die, nur bei wenig Objekten genau meßbare, Oberfläche des Protoplasten bezogen (was übrigens auch theoretisch nicht ganz einwandfrei ist, weil man nicht a priori weiß, ob die freien und die der Zellwand anliegenden Teile der Plasmamembran gleichviel Lösung aufnehmen). Die Messungsfehler konnten im ungünstigen Falle durch Summierung recht groß werden.

---

[1]) Für die Zeit imperfekter Plasmolyse läßt sich zunächst die Permeabilitätsgröße nur indirekt erschließen, etwa durch plasmometrische Bestimmung des ursprünglichen Wertes mit Rohrzucker und Umrechnung desselben auf KNO_3 mittels der FITTINGschen (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 57, 1917, S. 563, 602) isotonischen Koeffizienten; da aber die Bestimmung nicht am selben Präparat geschehen kann, geht der Hauptvorteil, die Festhaltung der individuellen Zelle, verloren.

[2]) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 57, 1917, S. 553.

[3]) Diese Ber., Bd. 27, 1909, S. 131.

[4]) Ebd., Bd. 26a, 1908, S. 208.

Daß diese Mißlichkeiten nunmehr hinwegfallen, dies bringt die Einführung des neuen Begriffes des Grades der Plasmolyse ($G = V_p : V_z$, Volum des Protoplasten : Volum der Zelle) und die hierauf sich gründende osmotische Wertung nach der Gl: $O = C \cdot G$. Auf diesem Gedanken fußt ja auch unsere Permeabilitätsbestimmung, bei der die eintretenden Lösungsmengen sich ganz direkt ergeben. Die Methode wird einfacher und handlicher als auch die der Permeabilitätskoeffizienten je es war[1]).

Doch LEPESCHKINs Priorität, zuerst an stark plasmolysierten Protoplasten quantitative Bestimmungen der Permeabilität ausgeführt zu haben, sei hiermit nachdrücklich betont! —

Zahlreiche Autoren haben endlich die Plasmapermeabilität an ganzen Gewebekomplexen und Pflanzenorganen untersucht — meist durch nachträgliche makrochemische Analyse[2]), ferner aus Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit (OSTERHOUT[3])), aus der Art des Wiederturgeszentwerdens nach plasmolytischer Entspannung (LUNDEGARDH[4]). Trotz wertvoller Ergebnisse besteht hier doch überall der generelle Einwand, daß sich kaum je ganz eindeutig entscheiden läßt, wieviel Stoff in intakte, wieviel in geschädigte oder gar tote Zellen eingedrungen ist. Darin stehen die Methoden hinter den plasmolytisch-mikroskopischen zurück, zumal, wo es sich um quantitative Studien handelt.

Einer Erwähnung bedarf noch das Wort „plasmometrisch“. Ich nenne jetzt meine Methode aus Gründen der Kürze so. Ich

---

1) LEPESCHKIN (l. c.) hat auch isotonische Koeffizienten „plasmometrisch“ an Einzelprotoplasten bestimmt, die, nachdem sie in Rohrzucker perfekt plasmolysiert worden waren, in nähernd isotonische Glyzerinlösung überführt wurden. Die Versuche solcher Art waren zweifellos wertvoller als die grenzplasmolytischen.

2) Vgl. betreffs grober Versuchsfehler, die hierbei zu vermeiden sind, die kritischen Bemerkungen bei RUHLAND, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 46. 1909, S. 41 f.

3) Science, Bd. 35, 1912, S. 112 u. a. a. O.

4) Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handlingar. Bd. 47, Nr. 3, 1911.

habe mich nur zögernd hierzu entschlossen. Die plasmometrische Methodik ist eine Form der plasmolytischen, ihr untergeordnet, nicht beigeordnet, sie verhält sich zu ihr wie die Spezies zur Gattung. Dies hatte der zuerst gewählte Name „plasmolytisch-volumetrisch“ besser zum Ausdruck gebracht.

Für die Gesamtheit der plasmolytischen Arbeitsweisen, bei denen Messung der Protoplaste und zahlenmäßige Bestimmung des Plasmolysegrades eine Rolle spielt, schlage ich die Bezeichnung „Plasmometrie“ vor.

„Plasmometrie“ in diesem Sinne ist eine Einheit nur vom methodischen Gesichtspunkte. Denn die Fragen, in deren Dienst sie treten kann, sind mannigfacher Art und liegen nach sehr verschiedener Richtung. Ich meinesteils habe die Plasmometrie bisher zur Bestimmung des osmotischen Zellsaftwertes, ferner in beschränkterem Maße zum Studium osmoregulatorischer Vorgänge, zur Charakterisierung zellpathologischer Zustände und nun hier zum quantitativen Nachweis der Plasmadurchlässigkeit verwendet. Für weitere Probleme wird sie sich wohl künftig noch heranziehen lassen.

Unter den Anwendungen ist die Permeabilitätsmessung durch Einfachheit des Prinzips und Eindeutigkeit der Ergebnisse gekennzeichnet; ich darf vielleicht der Hoffnung Ausdruck geben, daß hier die plasmometrische Bestimmungsart, wo sie verwendbar ist, die übliche werden möge. Wenn es dann gemeinsamer Arbeit in absehbarer Zeit gelingen sollte, auf breiter, dem ganzen Pflanzenreiche entnommener Grundlage zu wirklich eindeutigen und sicheren Kenntnissen der Tatsachen vorzudringen, so wird damit vielleicht auch unserer theoretischen Einsicht ins Wesen der Permeabilitätserscheinungen ein guter Dienst geschehen.

Zusammenfassung.

1. Die KNO_3-Permeabilität der Grundgewebszellen aus dem Stengel von *Tradescantia elongata* wurde plasmometrisch untersucht.

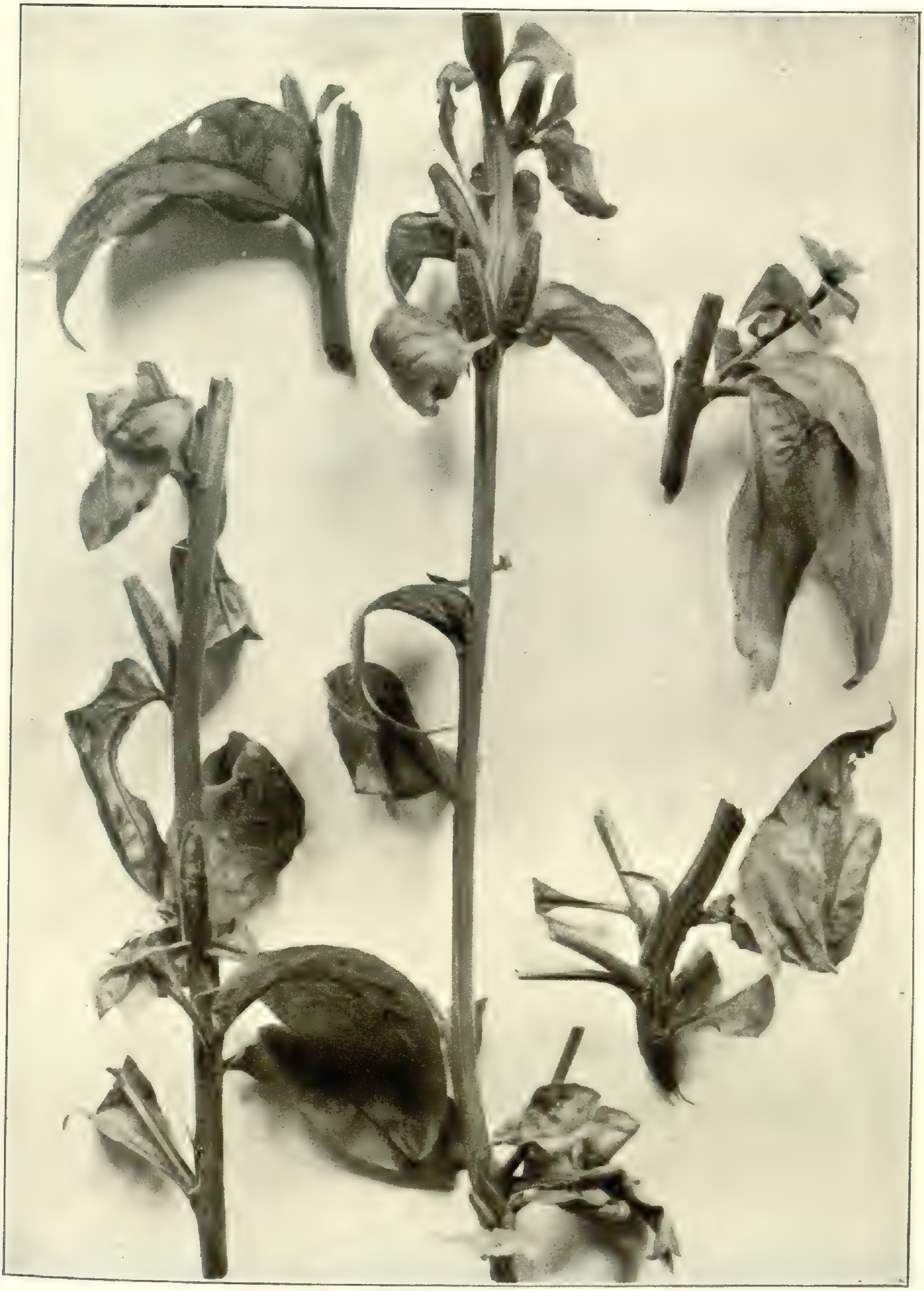
Es dringen aus hypertonischen Lösungen von 0,20—0,30 GM in die intakten plasmolysierten Protoplaste stündlich im Mittel etwa um 0,005—0,01 GM KNO_3[1]) ein. Die Mittelwerte sind nicht gleich; in der Größenordnung stimmen sie aber ausgezeichnet überein mit den Werten, die FITTING bei der nahe verwandten *Rhoeo discolor* erhalten hat.

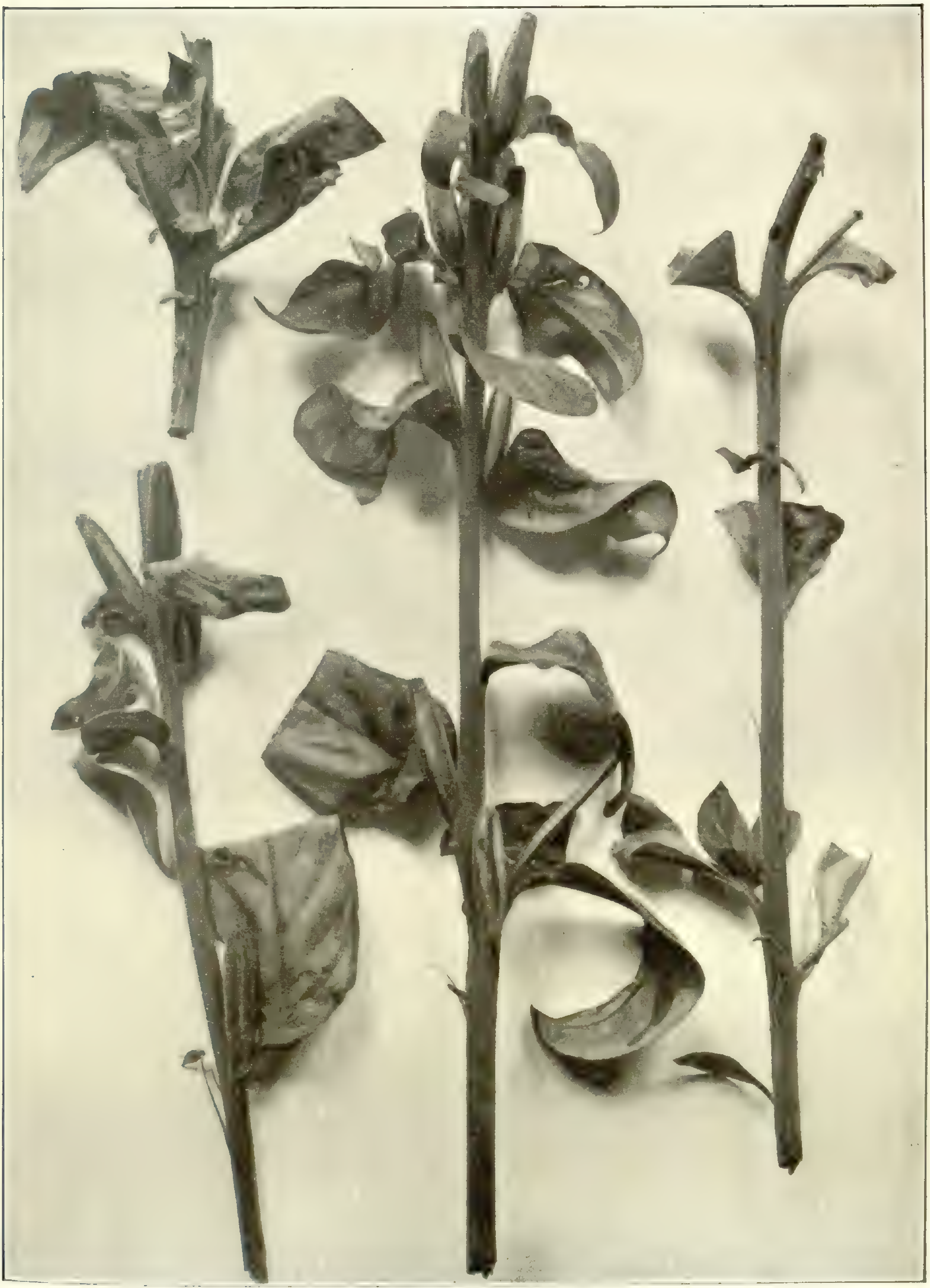
---

[1]) Das ist 0,05—0,1 pCt., da eine Lösung von 1 Grammolekül 101,12 g KNO_3 im Liter Lösung, also etwa 10 pCt. enthält.

2. Die vorliegenden Messungen sind die ersten, die sich auf einzelne Zellen beziehen. Eine Aufnahme von 0,001—0,002 GM KNO_3 in dieselben ließ sich noch mit Sicherheit wahrnehmen.

3. Die Durchlässigkeit gleicher benachbarter Zellen, die unter gleichen äußeren Bedingungen stehen, kann überraschend verschieden sein. Die mittlere Abweichung betrug in meinen Versuchen um 25—50 pCt. und noch mehr.





Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1918 **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** an Herrn Geh.-Rat **Prof. Dr. L. Wittmack, Berlin NW,** Platz am Neuen Tor 1, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr statt

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten. Den Autoren wird jährlich nur eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt. Den Mitgliedern können nur 3 Arbeiten jährlich zugestanden werden. Arbeiten von Nichtmitgliedern können bis auf weiteres nicht aufgenommen werden.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1918.

Ehrenpräsident: S. Schwendener.

Für die Generalversammlung: Hans Winkler, Präsident; A. Voigt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: L. Wittmack, Vorsitzender; P. Lindner, erster Stellvertreter; J. Behrens, zweiter Stellvertreter; E. Baur, erster Schriftführer; H. Harms, zweiter Schriftführer; H. Miehe, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: L. Wittmack, E. Baur, H. Harms, H. Miehe, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): E. Jahn, R. Kolkwitz, P. Claussen, O. Reinhardt, L. Diels.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V in Berlin Nr 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten Der Beitrag beträgt **für alle ordentlichen Mitglieder 20 M. und 5 M. Zuschlag für die Dauer der Teuerung.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in Berlin-Dahlem gelangen lassen. Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden

◆

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5 „
3.	für jede Lichtdrucktafel	9 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr .	2 „
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
8.	für jeden Umschlag	1,5 „
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	8,— Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68

Bekanntmachung.

Die **Zwiſchenſcheine** für die **4½% Schatzanweiſungen der VIII. Kriegsanleihe** und für die **4½% Schatzanweiſungen von 1918 Folge VIII** können vom

4. November d. Js. ab

in die endgültigen Stücke mit Zinsſcheinen umgetauſcht werden.

Der Umtauſch findet bei der **„Umtauſchſtelle für die Kriegsanleihen", Berlin W 8, Behrenſtraße 22.** ſtatt. Außerdem übernehmen ſämtliche Reichsbankanſtalten mit Kaſſeneinrichtung bis zum **15. Juli 1919** die koſtenfreie Vermittlung des Umtauſches. Nach dieſem Zeitpunkt können die Zwiſchenſcheine nur noch unmittelbar bei der „Umtauſchſtelle für die Kriegsanleihen" in Berlin umgetauſcht werden.

Die Zwiſchenſcheine ſind mit Verzeichniſſen, in die ſie nach den Beträgen und innerhalb dieſer nach der Nummernfolge geordnet einzutragen ſind, während der Vormittagsdienſtſtunden bei den genannten Stellen einzureichen; Formulare zu den Verzeichniſſen ſind bei allen Reichsbankanſtalten erhältlich.

Firmen und Kaſſen haben die von ihnen eingereichten Zwiſchenſcheine rechts **oberhalb** der Stücknummer mit ihrem Firmenſtempel zu verſehen.

Mit dem Umtauſch der **Zwiſchenſcheine** für die 5% **Schuldverſchreibungen, der VIII. Kriegsanleihe** in die endgültigen Stücke mit Zinsſcheinen kann erſt ſpäter begonnen werden; eine beſondere Bekanntmachung hierüber folgt alsdann.

Von den Zwiſchenſcheinen **der früheren Kriegsanleihen** iſt eine größere Anzahl noch immer nicht in die endgültigen Stücke umgetauſcht worden. Die Inhaber werden aufgefordert, dieſe Zwiſchenſcheine in ihrem eigenen Intereſſe möglichſt bald bei der **„Umtauſchſtelle für die Kriegsanleihen", Berlin W 8, Behrenſtraße 22,** zum Umtauſch einzureichen.

Berlin, im Oktober 1918.

Reichsbank-Direktorium.

Havenſtein. v. Grimm.

Die Mitglieder werden gebeten, den Jahresbeitrag von 25 M. für 1919 möglichst bald

dem Postscheckkonto der Deutschen Botanischen Gesellschaft (Nr. 35 398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7)

zu überweisen, damit die Lieferung der Hefte keine Unterbrechung erleidet. Eine Zahlkarte liegt diesem Hefte bei. Außerdem nimmt die **Kur- und Neumärkische Ritterschaftliche Darlehnskasse in Berlin W 8, Wilhelmsplatz 6,** Zahlungen entgegen; sie sind mit dem Vermerk: **„Für die Deutsche Botanische Gesellschaft“** zu versehen.

Schecks nur auf ein **Berliner** Bankhaus; andernfalls werden die **Spesen** berechnet.

Der Schatzmeister.
Prof. Dr. O. Appel
Geh. Regierungsrat.

BAND XXXVI. JAHRGANG 1918. HEFT 8.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

HEFT 8.
(MIT TAFELN XV—XVI.)

AUSGEGEBEN AM 30. JANUAR 1919.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a

Es wird dringend gebeten, die veränderten Bestimmungen auf der dritten Umschlagsseite zu beachten.

MISSOURI BOTANICAL 1918
RECEIVED
FEB 11 1920
GARDEN LIBRARY

c 2

Inhaltsangabe zu Heft 8.

Seite

Sitzung vom 25. Oktober 1918 443

Mitteilungen.

51. O. Renner: Bemerkungen zu der Abhandlung von Hugo de Vries: Kreuzungen von Oenothera Lamarckiana mut. velutina 446

52. G. Dittrich: Über Vergiftungen durch Pilze der Gattungen Inocybe und Tricholoma 456

53. C. Wehmer: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen. 5. Wirkung auf Holzpflanzen; Blausäure als schädlichster Gasbestandteil 460

54. F. von Höhnel: Über Discomyceten vortäuschende Microthyriaceen 465

55. F. von Höhnel: Über den Zusammenhang von Meliola mit den Microthyriaceen 471

56. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 12 und 13. (Mit Tafel XV.) 474

57. Ernst G. Pringsheim: Die Kultur der Desmidiaceen. (Vorläufige Mitteilung.) 482

58. Alexander Lingelsheim: Über das Auftreten von Palisadenparenchym an der Unterseite bifacialer Blätter 485

59. Wilhelm Nienburg: Über phototropische Krümmungen an längsseitig zum Teil verdunkelten Avena-Koleoptilien. (Mit 3 Abb. im Text.) 491

60. Ign. Urban: Über zwei Euphorbiaceen-Gattungen. (Mit Tafel XVI.) 501

61. Arth. Meyer: Die Beziehung zwischen Eiweiß- und Säurebildung in Laubblättern 508

62. A. Ursprung: Über den Einfluß der Erwärmung auf die Wasseraufnahme untergetauchter Sprosse 514

63. E. Bachmann: Wie verhalten sich Holz- und Rindenflechten beim Übergang auf Kalk? (Mit 12 Abb. im Text.) 528

Nächste Sitzung der Gesellschaft

Freitag, den 31. Januar 1919,

abends 7 Uhr, im

Hörsaal des Pflanzenphysiolog. Instituts d. Universität,

Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 1.

Sitzung vom 25. Oktober 1918.

Vorsitzender: Herr L. WITTMACK.

Der Vorsitzende macht Mitteilung vom Ableben unserer ordentlichen Mitglieder: Dr.

Max Munk,

Assistent am botanischen Institut in **Kiel**, am 1. Juli 1918 im Kriege gefallen, Professor Dr.

E. Koehne

in **Berlin-Friedenau**, gestorben am 12. Oktober 1918, Geh. Hofrat Prof. Dr.

Georg Klebs

in **Heidelberg**, gestorben am 14. Oktober 1918 und Geh. Hofrat Professor Dr.

C. Kraus

in **München**, gestorben am 16. Oktober 1918.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Espe, Dr. **William** in **Hildesheim**, Kgl. Andreas-Realgymnasium (durch G. BERTHOLD und W. WÄCHTER),

Oehlkers, Dr. **Friedrich** in **München**-Nymphenburg, Nördl. Auffahrtsallee 67/I (durch K. V. GOEBEL und K. V. SCHOENAU),

Lingelsheim, Dr. **Alexander**, Assistent am botan. Garten und Museum der Universität, Dozent an der Technischen Hochschule in **Breslau** (durch F. PAX und W. WÄCHTER),

Bauch, Dr. **K.**, Oberlehrer an der Kirschner-Oberrealschule zu Berlin-Moabit, in **Berlin** NW 87, Elberfelder Straße 36 (durch L. DIELS und P. GRAEBNER),

Esmarch, Dr. **Ferdinand,** Assistent an der Abt. für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Landwirtschaft in **Bromberg** (durch R. SCHANDER und HANS WINKLER),

Thomas, Dr. **Eduard,** Landesrat in **Wien** IX/4, Alsenbachstr. 13/I/4, (durch H. MOLISCH und O. RICHTER),

Ziegenspeck, Dr. **Hermann,** z. Zt. Unteroffizier in **Stadeln** b. Fürth in Bayern, Abnahme-Kommando der Kgl. preuß. Pionier-Depot-Inspektion (durch E. STAHL und W. DETMER),

Dröge, Ernst, Seminarlehrer in **Berlin** S 59, Jahnstraße 12 (durch L. WITTMACK und F. DUYSEN),

Herbert, Dr. **Martin,** Studienreferendar in **Potsdam,** Französische Straße 9 (durch L. WITTMACK und F. DUYSEN),

Schumacher, F., Lehrer in **Charlottenburg,** Mommsenstraße 53 (durch L. WITTMACK und F. DUYSEN),

Münch, Dr. **E.,** K. bayer. Forstmeister, z. Zt. **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 19 (durch J. BEHRENS und O. APPEL) und Fräulein

Jessar, Else, Demonstrator am Pharmakognostischen Institut der Universität in **Wien** V, Margarethengürtel 4 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Zur ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Pape, Dr. **Heinrich** in **Berlin-Friedenau,**
Patschovski, Dr. **Norbert** in **Halle a. S.,**
Kalt, Bertram in **Halle a. S.,** und
Printz, H. in **Drontheim.**

Der Vorsitzende macht die Mitteilung, daß wegen der so außerordentlich gestiegenen Kosten, namentlich der Herstellungskosten der Berichte, die Generalversammlung in Hamburg am 23. September 1918 folgendes beschlossen habe:

1. Jedes Mitglied darf bis auf weiteres nur 3 Mitteilungen im Jahrgang veröffentlichen und wird für diese drei zusammen nur eine Tafel bewilligt. Die Kosten für weitere Tafeln hat der Verfasser zu tragen.
2. Jede Mitteilung darf höchstens 8 Druckseiten umfassen und ist hierauf strenge zu halten.
3. Arbeiten von Nichtmitgliedern werden nicht aufgenommen.
4. Zur Deckung der Kosten wird schon für das laufende Jahr 1918 und die folgenden bis auf weiteres ein Zuschlag von 5 M. von jedem Mitgliede erhoben.

Satzungsgemäß fand in der Oktobersitzung die Wahl des Berliner Vorstandes und der Kommissionen für 1919 statt. Das Ergebnis war folgendes:

Vorsitzender: Herr **P. Lindner,**
1. Stellvertreter: Herr **J. Behrens,**
2. Stellvertreter: Herr **P. Claußen,**
1. Schriftführer: Herr **H. Harms,**
2. Schriftführer: Herr **H. Miehe,**
3. Schriftführer: Herr **W. Magnus,**
Schatzmeister: Herr **O. Appel.**

Redaktionskommission: außer dem Vorsitzenden und den drei Schriftührern die Herren **A. Engler, P. Graebner** und **H. v. Guttenberg.**

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Generalversammlung: die Herren **R. Kolkwitz, O. Reinhardt, L. Diels, L. Wittmack, E. Baur.**

Die Geschäfte der Gesellschaft führt wie bisher Herr **W. Wächter** weiter.

Mitteilungen.

51. O. Renner: Bemerkungen zu der Abhandlung von Hugo de Vries: Kreuzungen von Oenothera Lamarckiana mut. velutina[1]).

(Eingegangen am 9. August 1918.)

1. Über die Mutante *velutina* oder *blandina*.

Es mag fraglich erscheinen, ob es nützlich ist, über fremde Erfahrungen ohne eigene Kenntnis des betreffenden Objekts sich zu verbreiten. Wenn ich mich trotz solcher Bedenken dazu entschließe, über die von DE VRIES neuentdeckte Mutante zu schreiben, so geschieht es, weil ich zeigen zu können glaube, daß die Hypothese der Komplexheterozygotie für die experimentelle Behandlung auch dieses Einzelfalls präzise Fragestellungen bietet und daß die von mir angewendete Formulierung[2]) die Darstellung und Übersicht recht erleichtert. In allen wesentlichen Punkten, abgesehen von der Antwort auf die Frage nach der Entstehung der Komplexheterozygotie, besteht zwischen der Auffassung von DE VRIES und der meinigen kaum mehr ein Unterschied. Erfreulich ist z. B. die Übereinstimmung in der Deutung der *densa-laxa*-Spaltung, von der DE VRIES jetzt (S. 24) ebenso wie ich (1917, S. 252) annimmt, daß sie auf demselbenden spaltenden Grundunterschied beruht wie die *laeta-velutina*-Spaltung. Verschieden ist fast nur noch die Bezeichnungsweise, die ich soweit wie möglich den üblichen Mendelschen Schemata anzupassen suche, während DE VRIES auf die grundsätzliche Handhabung von Konstitutionsformeln verzichtet.

---

[1]) Zeitschr. f. Abst.- u. Vererbungslehre, 1918, Bd. 19, S. 1.

[2]) RENNER, Die tauben Samen der Önotheren. Diese Berichte, 1916, S. 858. — Versuche über die gametische Konstitution der Önotheren. Zeitschr. f. Abst.- u. Vererbungslehre, 1917, Bd. 18, S. 121. — Artbastarde u. Bastardarten in der Gattung *Oenothera*. Diese Berichte, 1917, S. (21). Zitiert als 1917a. — Weitere Vererbungsstudien an Önotheren. Flora 1918, Bd. 111 (Festschrift für E. STAHL), S. 641.

Ob es der „Anwendung des MORGANschen Prinzips der letalen Faktoren“ auf meine Hypothesen bedurfte, um „diese von den vielen Einwänden zu befreien, denen sie sonst ausgesetzt sind“ (S. 30), soll nicht eingehender erörtert werden, auch nicht der Hinweis auf eine frühere DE VRIESsche Arbeit. Wer dort (1916) nachschlägt, wird sich selber überzeugen, wie viel DE VRIES von dem jetzt noch aufrecht erhält, was er in der genannten Arbeit gegen mich ins Feld führt, vor allem was für ein Unterschied ist zwischen der Annahme letaler Faktoren (keineswegs mehr semiletaler wie bei DE VRIES 1916) und der von mir angezogenen, von DE VRIES (1916 S. 286) fast mit Spott bekämpften Deutung, die HERIBERT-NILSSON für das von ihm entdeckte Verhalten der Rotnervigkeit von O. Lamarckiana gegeben hat. Aber das muß betont werden: für die Önotheren ist der einzige Einzelcharakter, den wir bis jetzt als im homozygotischen Zustand letal wirkend kennen, gerade diese Rotnervigkeit, von der DE VRIES (1918) nicht spricht. Ob es sich dabei um ein einzelnes Gen handelt, bleibt abzuwarten. Schon hier ist die Anwendung des MORGANschen Prinzips zunächst nur ein Programm, freilich das gegebene Programm; denn die letalen Faktoren von MORGAN sind empirische Realitäten, so genau präzisiert wie irgendeine andre mendelnde Einheit bei *Drosophila*. Ganz anders steht es mit all den in heterozygotischen Bindungen bekannten Anlagenkomplexen der Önotheren, die homozygotisch nicht lebensfähig sind. Wenn DE VRIES hier von letalen Faktoren spricht, so kann ich darin nur eine Umschreibung der Tatsachen sehen, und zwar streng genommen eine für unsere jetzige Kenntnis unzulässig präzisierte Umschreibung. Jedenfalls scheint es mir wenig fruchtbar, die Faktorenanalyse bei einem Objekt, das so prägnante spaltende Charaktere bietet wie die Gattung *Oenothera*, mit der Einführung schlechthin letaler Faktoren zu beginnen; diese Faktoren müßten rezessiv sein, im Phänotypus der Heterozygoten überhaupt nicht zum Ausdruck kommen, im Gegensatz zu dem dominanten Rotnervencharakter. Auch das Auftreten der letalen Faktoren bei den Önotheren auf Mutation zurückzuführen, deshalb weil diese Gene bei *Drosophila* auf solchem Weg entstehen, halte ich für nicht erlaubt, solange die Önotheren, im Gegensatz zu der in bewundernswerter Weise analysierten *Drosophila*, in den Einzelheiten ihrer genotypischen Struktur noch so wenig erforscht sind wie heute.

Eine exakte Analyse der Daten von DE VRIES ist deshalb unmöglich, weil er keine Stammbäume mitteilt. Streng vergleichbar sind ja bei so heterogenem Material nur solche Ergebnisse, die bei Verwendung der gleichen Individuen gewonnen sind. Ich pflege deshalb zu sämtlichen Kreuzungen eines Sommers von den zu prüfenden Formen wenn möglich jeweils ein einziges, typisch erscheinendes, recht kräftiges Individuum als Mutter und als Vater zu verwenden, wobei die betreffenden Pflanzen mit allen Verzweigungen aufgezogen und die stärkeren Äste einzeln an Stäbe aufgebunden werden.

Die neue Mutante *velutina* oder *blandina* scheint (in einem Teil des DE VRIESschen Materials, vgl. unten) homozygotisch zu sein, wenigstens was die „Kerne“ der in einer Zygote vereinigten Haploidkomplexe betrifft; Faktorenheterozygotie könnte trotzdem noch vorkommen. Der einzige vorhandene Anlagenkomplex hat Ähnlichkeit mit *velans* in der *O. Lamarckiana*, ist aber damit nicht identisch — er liefert z. B. mit *curvans* in der Kreuzung *blandina* × *muricata* nur gelbe, früh sterbende Keimlinge — S. 27 —; ich nenne ihn *levans*[1]). In der Konstitution *levans·levans* scheint also die Rückkehr vom komplexheterozygotischen zum homozygotischen Zustande vollzogen zu sein, ohne daß wir sagen könnten, in der *blandina* sei eine der Elter- oder Urelterarten der *O. Lamarckiana* rekonstruiert. Denn es ist ja nicht sicher, ja kaum wahrscheinlich, daß die Veränderung, die aus dem hypothetischen homozygotisch existierenden Komplex den uns bekannten Komplex *velans* gemacht hat, bei der Bildung von *levans* genau rückgängig gemacht worden ist. Doch wäre es von großem Interesse zu erfahren, ob eine der *blandina* ähnliche, homozygotische Form irgendwo in Amerika lebt. Denkbar ist auch die Möglichkeit, daß die *blandina* aus zwei sehr ähnlichen Komplexen zusammengesetzt ist, die sich beide heterogam verhalten. Doch vertragen sich verschiedene Angaben von DE VRIES nicht mit dieser Annahme.

Ganz allgemein ist zu erwarten: Aus Kreuzungen der *blandina* muß in F_2 *blandina* herausspalten, falls der Komplex *levans* isogam und homozygotisch lebensfähig bleibt. Das gilt für *O. (Lamarck.* × *blandina) „laeta“* und reziprok, und ebenso für die entsprechenden Bastarde aus *nanella* und *blandina*. Zu vergleichen ist das Herausspalten von *Hookeri* aus *O. (Hookeri* × *Lamarck.*) *laeta*[2]) und

---

1) Zunächst durch Umstellung von *velans* erhalten. Der Name soll aber zugleich andeuten, daß die Entwickelungshemmung, die *velans* in homozygotischer Verbindung erleidet, aufgehoben ist.

2) DE VRIES, Gruppenweise Artbildung 1913, S. 129; meine Deutung in „Gamet. Konst.“, S. 254.

aus *O.* (*Hookeri* × *biennis*) *rubiennis*[1], weiter von *ochracea* aus *grandiflora*[2] und von *Franciscana* aus *O.* (*Francisc.* × *biennis*) *neo-Lamarckiana*[3]. Häufig fehlt aber nach DE VRIES die *blandina* in der F_2, nämlich in den Kreuzungen mit *syrticola* ♀ und mit *Hookeri* ♂, *Cockerelli* ♂ und *biennis-Chicago* ♂. Die Bastarde der *blandina* mit den ebenfalls homozygotischen Arten *Hookeri* u. *Cockerelli* sollten in F_2 außer *blandina* auch den anderen Elter rein abspalten. Für das Fehlen der erwarteten Formen, die Richtigkeit der Beobachtung vorausgesetzt, ist in all diesen Fällen die Erklärung zu suchen: es müssen entweder taube Samen als Repräsentanten der homozygotischen Kombinationen gefunden werden oder die Komplexe aus dem isogamen Zustand in den heterogamen übergegangen sein.

Die Kreuzung *Lamarckiana* × *blandina* und *reziprok* gibt in F_1 Zwillinge, die DE VRIES als *blandina* und als *laeta* bezeichnet. Von der *laeta* gibt er an, daß sie „der *Lamarckiana* gleich kommt, wenn auch keineswegs in vollständiger Weise" (S. 37), und anderswo heißt es, sie sei „den *O. Lamarckiana* von reiner Abstammung zumeist zum Verwechseln ähnlich" (S. 7). Das Kreuzungsprodukt „*blandina*" wird „der *O. blandina* zum Verwechseln ähnlich" genannt, es ist ihr also, worauf wir hier Gewicht legen, ebenfalls nicht ganz gleich. Zu erwarten sind, wenn *levans* und *velans* einander sehr ähnlich sind, eine *Lamarckiana*-artige Form *levans · gaudens* = *semi-Lamarckiana* und ein *blandina*-ähnlicher Typus *levans · velans* = *semi-blandina*.

Die *semiblandina* sollte nicht etwa konstant sein, wie DE VRIES annimmt, sondern sie sollte bei Selbstbefruchtung spalten in konstante *blandina* = *levans · levans* und in spaltende *semi-blandina* = *levans · velans*, und außerdem sollte sie taube Samen *velans · velans* erzeugen. Bei Kreuzungen sollte sie sich ähnlich verhalten wie *blandina*, doch sollten dann taube Samen auftreten, wenn *velans* mit *velans* zusammenstößt. Z. B. gibt *Lamarck.* × *semiblandina* 28 % „*blandina*" und 72 % „*laeta*" (S. 16); erwartet werden *gaudens · levans* = *semi-Lamarckiana*, *gaudens · velans* = *Lamarckiana*, *velans · levans* = *semi-blandina*, *velans · velans* als taube Samen. Am meisten interessieren uns hier die zwei *Lamarckiana*typen, von denen der eine *blandina* abspalten, der zweite wie die Mutterart konstant sein und zahlreiche taube Samen erzeugen muß. — Bei Kreuzung der *semi-*

---

[1] DE VRIES 1913, S. 104.

[2] DE VRIES 1918, S. 30.

[3] DAVIS, *Oenothera neo-Lamarckiana*, hybrid of *O. franciscana* Bartl × *O. biennis* L. Americ. Naturalist. 1916. vol. 50, p. 688.

blandina mit *muricata* ♂ entstehen wie zu erwarten sehr früh sterbende *levans · curvans* und lebensfähige *velans · curvans = gracilis* (S. 27).

Die *semi-Lamarckiana* oder „*laeta rediviva*" aus der Kreuzung *blandina* × *Lamarckiana* und reziprok spaltet einmal wie erwartet *blandina* als *levans · levans* ab. Die daneben auftretende *semi-Lamarckiana, levans · gaudens*, ist aber dreiförmig (S. 5). Eine zu 50 % erscheinende Form reproduziert den Phänotypus der F_1 (als „*laeta intermedia*"), eine zweite, in 25 % vorhanden, zeigt den für *blandina* charakteristischen niedrigen Wuchs und ihre braunrote Laubfärbung („*laeta* rot"), die dritte, ebenfalls mit 25 % vertreten, ist hochwüchsig und grün („*laeta* grün"). Augenscheinlich geht ein normal mendelndes Gen, das ich als *Br* bezeichnen möchte (für braunrot und zugleich für *brevis*) von *levans* auf *gaudens* über. *Br-levans · br-gaudens* und *br-levans · Br-gaudens* sind *laeta intermedia*, *Br-levans · Br-gaudens* ist *laeta* rot, *br-levans · br-gaudens* ist *laeta* grün. Als notwendige Folge dieses Spaltungsvorgangs muß erwartet werden, daß die *blandina* der F_2 im selben Sinn dreiförmig ist wie die *semi-Lamarckiana*; es sollen entstehen 50 % *Br-levans · br-levans*, 25 % *Br-levans · Br-levans*, 25 % *br-levans · br-levans*. Die Angabe von DE VRIES, sie sei einförmig (S. 6), bedarf der Nachprüfung, und wenn sie sich bestätigt, muß das Ausbleiben der Spaltung erklärt werden.

Aus der Kreuzung *blandina* × *Lamarckiana* (und aus *blandina* × *nanella*, dagegen nicht aus den reziproken Kreuzungen) hat nun DE VRIES nicht nur „*blandina*" und „*laeta rediviva*" erhalten, sondern noch eine dritte Form, die „der *O. Lamarckiana* fast genau gleich ist" (S. 14), und sich als „*laeta letalis*" von der „*laeta rediviva*" dadurch unterscheidet, daß sie keine *blandina* abspaltet und dafür zahlreiche taube Samen bildet. Alles weist darauf hin, daß diese „*laeta letalis*" nichts anderes als *gaudens · velans*, also *Lamarckiana* ist, wie auch DE VRIES annimmt (S. 14). Die *blandina*, aus der sie hervorging, dürfte also in Wirklichkeit eine *semiblandina* = *levans · velans* gewesen sein, wie sie aus der Kreuzung *Lamarckiana* × *blandina* zu gewinnen ist. Wenn die ursprünglich von DE VRIES isolierte Mutante „*velutina*" noch heterozygotisch *levans · velans*, also eine „Halbmutante" war — das ist ja wahrscheinlicher als daß sie schon echte homozygotische *blandina* war —, dann kann er unter ihrer Nachkommenschaft leicht für seine ersten Kreuzungen bald *blandina* (für die Verbindungen *Lamarckiana* × *blandina* und *nanella* × *blandina*, S. 3), bald *semiblandina* (für die reziproken Verbindungen) genommen haben. Natürlich bleibt die Deutung, und damit die ganze Auffassung der Mut. *blandina* hypothetisch, weil mir die Stammbäume der verwendeten Individuen nicht bekannt sind. Aber ich sehe keinen einfacheren Weg, die widerspruchsvollen Befunde von DE VRIES unter einen Hut zu bringen, und durch die Darstellung, die DE VRIES selbst von seinem Versuchsmaterial gibt, ist der Beweis für die Gametenreinheit der Mut. *blandina* auf keinen Fall erbracht.

Die Unterschiede, die zwischen echter *laeta*, etwa aus *biennis* × *Lamarckiana*, und der aus *blandina* × *Lamarckiana* gewonnenen „*laeta rediviva*“ = *semi-Lamarckiana* im züchterischen Verhalten bestehen (S. 21), sind selbstverständlich, weil im Pollen der *bienni-laeta* nur *gaudens* aktiv ist, in der *semi-Lamarckiana* aber *gaudens* und *levans*. Daß dem Pollen der *laeta* aus *biennis* und aus *syrticola* „die Spaltbarkeit fehlt“, wie DE VRIES sagt (S. 22), ist nur ein anderer Ausdruck dafür, daß die Komplexe *albicans* (von *biennis*) und *rigens* (von *syrticola*), weil streng weiblich, im Pollen der *laetae* nicht aktiv werden. Auch alle übrigen Kreuzungen der *blandina*-Abkömmlinge untereinander und mit anderen Arten und Bastarden bieten nichts Neues oder Überraschendes[1]).

Die Kreuzungen der *blandina* mit *nanella* zeigen wieder, daß der Zwergcharakter nur dem *velans*-Komplex der *nanella* eigen ist (vgl. Gamet. Konst. S. 260). Denn Zwerge treten nur in der Nachkommenschaft der *semiblandina* (= *levans* · *nanovelans*) auf, nicht in der der *semi-Lamarckiana* (= *levans* · *gaudens*). Gegenüber *levans* ist das Zwergmerkmal rezessiv, sichtbar werden Zwerge, und zwar in rund 25 %, erst in der F_2 als *nanolevans* · *nanolevans* (= *nanoblandina*) und als *nanolevans* · *nanovelans* (= *nanosemiblandina*). Die beiden Zwergformen müssen sich wieder in der Zahl der tauben Samen unterscheiden.

Die Mutabilität der *semi-Lamarckiana* (DE VRIES 1918, S. 11) hat nach der Hypothese, die ich für das Mutieren der *Lamarckiana* ausgesprochen habe (1917, S. 248), nichts Auffallendes. Die Form enthält zwei verschiedene Anlagenkomplexe, zwischen denen wohl Faktoren ausgetauscht werden können, und sollte deshalb „mutieren“. Daß sie an Stelle der tauben *velans* · *velans*-Samen gesunde *levans* · *levans*-Zygoten erzeugt, kann das „Mutationsvermögen“ gar nicht beeinträchtigen. Ob wir sie „einfach als eine *Lamarckiana* ohne taube Samen betrachten“ dürfen (DE VRIES S. 11), scheint mir sehr fraglich. Sie könnte eine solche nur sein, wenn in ihrem Pollen allein *levans* aktiv wäre, so daß die Homozygoten *gaudens gaudens* sich nicht bilden könnten. Das ist aber nach den unter „Zahlenverhältnisse“ zu besprechenden Kreuzungsergebnissen nicht wahrscheinlich.

---

[1]) *O. blandina* × *O* (*Hookeri* × *Lam.*) *laeta* gibt *levans* . *Hookeri* = *Hookeri-semivelutina* und *levans* . *gaudens* = *semi-Lamarckiana*; wenn DE VRIES die zweite Form als *laeta* bezeichnet (S. 28), so kann das irreführen, weil man unwillkürlich an *Hookeri-laeta* denkt.

Zahlenverhältnisse. Die *laeta rediviva* = *semi-Lamarckiana* = *levans* · *gaudens* hat in allen Formen, in der F_1 und in den drei Typen der F_2, bei Selbstbestäubung sehr wenige taube Samen (*gaudens* · *gaudens*), im Mittel etwa 5% (S. 10, 11). Sie scheint also sowohl in den Samenanlagen wie im Pollen wenige *gaudens*-Gameten zu erzeugen. Was zunächst die Eizellen betrifft, so kann das Zahlenverhältnis zwischen *gaudens* und *levans* an verschiedenen Kreuzungen geprüft werden, über die DE VRIES berichtet. Von der Kreuzung *semi-Lamarckiana* × (*biennis* × *Lamarck.*) *laeta*, die einförmige *semi-Lamarckiana* ergibt, hebt DE VRIES als befremdend hervor, daß „nahezu alle Samen keimfähig sind“ (S. 23); es werden also viele *levans* · *gaudens*- und wenige *gaudens* · *gaudens*-Zygoten gebildet. Ebenso sind nach der Bestäubung mit *biennis*- (= *rubens*-) Pollen die Samen der *semi-Lamarckiana* zu nur 15–27 % taub (S. 27); aus den gesunden Samen geht *levans* · *rubens* = *semifallax* hervor, die tauben sind *gaudens* · *rubens*. Statt tauber Samen, deren Deutung immer hypothetisch bleibt, treten in anderen Verbindungen die entsprechenden lebensfähigen Formen in ähnlich niedrigen Zahlen auf. So entsteht aus (*blandina* × *Lamarck.*) *laeta* F_2 grün × (*bland.* × *Lamarck.*) *semiblandina*: 15 % „*laeta*“ = *gaudens* · *levans* bezw. *gaudens* · *velans* und 85 % „*velutina*“ = *levans* · *levans* bezw. *levans* · *velans* (S. 17). Und aus *semi-Lamarckiana* × (*syrticola* × *Lamarck.*) *velutina* erhielt DE VRIES 30 % „*laeta*“ = *gaudens* · *velans* und 70 % „*velutina*“ = *levans* · *velans* (S. 22). Weit weicht das Ergebnis der Kreuzung (*Lamarck.* × *blandina*) *laeta* F_2 *intermedia* × *blandina* ab, insofern als hier 44 % „*laeta*“ = *gaudens* · *levans* und 56 % *blandina* = *levans* · *levans* gefunden wurden (S. 16), und vollends schlecht stimmt der Befund bei (*blandina* × *Lamarck.*) „*laeta*“ × *Cockerelli* (S. 20), nämlich 65 % *laeta* = *gaudens* · *Cockerelli* (echte *laeta!*) und 35 % *velutina* = *levans* · *Cockerelli* (echte *semivelutina*); doch können bei der letzten Kreuzung, in der die *velutina* schwächlich ausfällt, zu wenig *velutinae* gezählt sein. — Ähnlich widersprechend sind die Erfahrungen, die DE VRIES mit dem Pollen der *semi-Lamarckiana* gemacht hat. Zunächst einige mit dem Ergebnis der Selbstbefruchtung gut zusammenstimmende Fälle: *O. blandina* × *O.* (*Lam.* × *bland.*) *laeta* F_2 *intermedia* liefert 4 % „*laeta*“ = *levans* · *gaudens* und 96 % *blandina* = *levans* · *levans* (S. 16); *O.*

(bland. × Lam.) semiblandina mit dem Pollen derselben Form belegt gibt 7 bezw. 12 % „*laeta*“ (S. 17); *O. Cockerelli* × *(bland.* × *Lam.)* „*laeta*“ F_1 gibt 7 % *laeta* (echte *laeta, Cock.* · *gaudens)* und 93 % *velutina* (S. 20). Dagegen traten bei Bestäubung von *O. biennis* und von *O. syrticola* mit dem Pollen derselben F_1-*semi-Lamarckiana* je 61 % *laeta* und 39 % *velutina* auf (S. 20). Wenn wir wüßten, daß in den drei letztaufgeführten Kreuzungen dasselbe Individuum als Vater gedient hat — und daß alle Samen zur Keimung und Entwickelung gebracht worden sind —, dann ließen sich aus den verschiedenen Zahlenverhältnissen mit einiger Vorsicht Schlüsse auf biologische Eigentümlichkeiten des verwendeten Pollens ziehen. Das Fehlen von Stammbaumangaben macht aber hier wie an anderen Stellen ein Urteil unmöglich.

2. Die Kreuzungen *O. Lamarckiana* × *biennis* und *Lamarckiana* × *muricata*.

Seine frühere Annahme, daß in den beiden genannten Kreuzungen die *O. Lamarckiana* ungespalten bleibe[1]), hat DE VRIES jetzt (1918, S. 27, 35) durch die Hypothese ersetzt, daß wie in allen anderen Kreuzungen der *Lamarckiana* Zwillinge auftreten, aber hier infolge der weitgehenden Dominanz der väterlichen Charaktere äußerlich nicht zu unterscheiden seien. Aus der Äußerung dieser Vermutung erwächst die Aufgabe, durch geeignete Kreuzungen der fraglichen Bastarde ihre genotypische Zweiförmigkeit darzutun. Vorläufig beschränkt sich DE VRIES auf den Indizienbeweis, daß die Kreuzung seiner *Lamarckiana*-Rasse mit *O. biennis* nur 25 % tauber Samen liefere, nicht rund 50 %, wie er für den Fall, daß meine Auffassung zuträfe, zu erwarten scheint. Über dieses Zahlenverhältnis habe ich mich an zwei Stellen[2]), die DE VRIES beim Abschluß seiner Abhandlung noch nicht bekannt waren, schon geäußert: Die Amsterdamer *Lamarckiana* hat viel mehr *velans*- als *gaudens*-Eizellen, und diese Eigentümlichkeit ist in der „*laeta rediviva*“ oder *semi-Lamarckiana*, in der nur *levans* an die Stelle von *velans* getreten ist, offenbar erhalten (vgl. oben S. 452). Nun ist aber die neue Deutung von DE VRIES nach meiner Rechtfertigung gegen seine Einwände veröffentlicht (1918), und deshalb sollen die wie ich glaube zwingenden Beweise für die Richtigkeit meiner ersten Vermutung, darunter auch neues, bisher noch nicht bekannt gegebenes Versuchsmaterial, zusammengestellt werden.

---

[1]) DE VRIES 1913, S. 156; sehr entschieden verfochten noch 1916, S. 281.

[2]) 1916, S. 861; Gametische Konstitution S. 272.

Was zunächst die *O.* (*Lamarck.* × *muricata*) *gracilis* betrifft, so haben wir, wie de Vries selber unabsichtlich gezeigt hat[1]), die von jedem Zweifel befreiende Möglichkeit, den früh absterbenden Zwillingsbruder *gaudens · curvans* auf einem Umweg herzustellen, nämlich aus *O.* (*muric.* × *Lamarck.*) *laeta* × *muricata*. Diese *gracili-laeta* ist von der *gracili-velutina*, die in der primären Kreuzung sich allein bis zur Blüte entwickelt und die in fast identischer Form aus *O.* (*muric.* × *Lamarck.*) *velutina* × *muricata* gewonnen werden kann, weit verschieden[2]). Das Äquivalent der *gracili-laeta* ist in den mit weißen Kotyledonen absterbenden Keimlingen der Kreuzung *O. Lamarckiana* × *muricata* zu sehen, und die letzte Probe, die hier noch fehlt, ist die Feststellung des Zahlenverhältnisses zwischen den grünen und den weißen Keimlingen. Bei Verwendung der Heribert-Nilssonschen Rasse von *Lamarckiana* sind beide Typen etwa gleich häufig, was mit allen übrigen Erfahrungen zusammenstimmt, von der de Vriesschen Rasse sind 25% weiße Keimlinge zu erwarten[3]).

Für den Bruder der *O.* (*Lamarck.* × *biennis*) *fallax* ist ein ähnlich geradliniger Beweis bis jetzt nicht zu erbringen gewesen, weil die Verbindung *gaudens · rubens* sich noch nie als lebensfähig erwiesen hat. Daß in gewissen Individuen des Bastardes *fallax* der Komplex *gaudens* statt *velans* enthalten ist, ist aber sehr unwahrscheinlich; denn *fallax* hat wie *velutina* immer rote Tupfen am Stengel und rote Streifen am Kelch, während weder *rubens* noch *gaudens* jemals Tupfen und Kelchpigment vererben. Es müßte nur sein, daß die beiden Komplexe komplementäre Pigmentfaktoren besitzen. Um auch diese Möglichkeit auszuschließen, müssen wir die bis jetzt geprüften Kreuzungen der *fallax* überblicken. *O.* (*Lamarck.* × *biennis*) *fallax* und (*biennis* × *Lamarck.*) *fallax* können dabei als identisch gelten, denn zu der in der zweiten Kreuzung neben *laeta* und *velutina* auftretenden *fallax* fehlt *rubens · gaudens* als vierte zu erwartende Verbindung ebenfalls. Wesentlicher als die Zahl der verschiedenen Kreuzungen ist die Zahl der verwendeten *fallax*-Individuen, doch sollen alle Verbindungen aufgeführt werden, in denen eine *laeta* auftreten könnte, falls die *fallax* teilweise den Komplex *gaudens* statt *velans* enthielte. Dafür, daß die *fallax* ganz und gar den Phänotypus der *velans*-Verbindung zur Schau trägt, hat DE VRIES jetzt einen neuen Beleg erbracht; die Mutante *blandina*, die bei Kreuzung mit *biennis* ♀ nur *velutina* hervorbringt, liefert mit dem Pollen von *biennis* eine ausgesprochene *fallax* (1918 S. 27), wobei die Samen zu 99 % (nicht zu 75 % wie bei der Bestäubung der *Lamarckiana* mit *biennis*-Pollen!) gesund sind.

---

[1]) 1918, S. 169 ff.; Versuch einer Deutung, die sich bestätigt hat, bei **Renner** 1917, S. 243, 275.

[2]) **Renner** 1918, S. 646, 663.

[3]) **de Vries** gibt an, daß die Kreuzung „vorwiegend gelbe Keime liefert" (1918, S. 28). Vielleicht sind die *velutina*-Keimpflanzen teilweise so schwächlich, daß sie den *laeta*-Keimlingen ähneln.

Die verwendeten Materialien[1]) von *fallax* sind:

a) (*Lam.* × *bien*) F_3 1 von HERIBERT-NILSSON.
b) „ F_3 16 von „
c) (*Lam.* H.-N. A I 1 × *bien.* I 1) F_1 1.
d) (*bien.* I 1 × *Lam.* H.-N. B I rotn. 1) F_1 1.
e) (*bien.* II 51 × *Lam.* H.-N. A II 1) F_1 2.
f) („) F_1 3.

Kreuzungen:

1. *O. biennis* × *fallax* a, b u. d liefert **velutina** (Gam. Konst. S. 207, 211).
4. *fallax* e × *suaveolens* liefert **velutina** (neu).
5. „ × *muricata* liefert *gracili*-**velutina** (neu).
2. (*bien.* × *Lam.*) *laeta* × *fallax* c liefert **velutina** (1918 S. 655).
3. „ *velutina* × „ „ **velutina** (1918 S. 654).
6. *fallax* c × (*bien.* × *Lam.*) *laeta*, also Bestäubung mit *gaudens*-Pollen, liefert viel *Lamarckiana* = **velans** · *gaudens*, sehr wenige taube Samen (1918 S. 655).
7. *fallax* c × (*bien.* × *Lam.*) *velutina*, also Bestäubung mit *velans*-Pollen, liefert fast lauter taube Samen **velans** · *velans* (1918 S. 654).
8. *fallax* f × (*muric.* × *Lam.*) *velutina*, also Bestäubung mit *velans*-Pollen, liefert fast lauter taube Samen **velans** · *velans* (neu).

Die Zahl der zu den 8 verschiedenen Kreuzungen verwendeten *fallax*-Individuen ist klein, nur sechs. Aber daß diese sechs Pflanzen durchaus gleichartige Ergebnisse lieferten, scheint mir im Verein mit den übrigen Erfahrungen die Annahme von DE VRIES endgiltig zu widerlegen. *Fallax* ist immer eine *velans*-Verbindung

Die Übereinstimmung der experimentellen Befunde mit der Hypothese ist so vielfältig, daß die Handhabung des Schlüssels schon langweilig zu werden anfängt. Wichtig sind jetzt, von dem

---

1) Über die Bezeichnung der Materialien und die Zusammenhänge der Stammbäume vgl. 1917, S. 123, 1918, S. 665.

Verhalten der einzelnen mendelnden Faktoren abgesehen, nur noch die Ausnahmen, in denen es sich zeigt, daß die Komplexe, wenn sie neue Bindungen eingehen, tiefgehend verändert werden können. Denn solche Fälle eröffnen vielleicht eine Aussicht auf die Aufklärung der Entstehung der Komplexheterozygotie.

Ulm, im Juli 1918.

52. G. Dittrich: Über Vergiftungen durch Pilze der Gattungen Inocybe und Tricholoma.

(Eingegangen am 12. September 1918.)

Unter den in früheren Jahrgängen dieser Berichte geschilderten Pilzvergiftungen hat der Fall des Lehrers BOKEMÜLLER[1]) die größte Beachtung gefunden, da hier zum ersten Male eine Art als Todesursache nachgewiesen wurde, die in der herkömmlichen Aufzählung der Giftpilze in den Pilzbüchern fehlte. Von dem späteren Einsender der Exemplare war diese Art — wie die mitgeteilte Beschreibung erkennen ließ, an der Hand von KUMMERS „Führer in die Pilzkunde" — als *Inocybe sambucina* Fr. bestimmt und in einer Zeitungsnotiz auch so benannt worden. Die bald darauf aus Aschersleben erhaltenen Stücke waren, wie in der unten angeführten Abhandlung auf Grund einer ausführlichen Beschreibung auseinandergesetzt ist, *Inocybe frumentacea* (Bull.). Sie stimmten auch in einem später veröffentlichten[2]) Merkmal vollkommen mit der maßgebenden Tafel 571 des Autors BULLIARD überein. Daß die damals vorliegende Pilzart wirklich das gefährliche Gericht gebildet hatte, war, wie seinerzeit bereits hervorgehoben, von dem Einsender selbst festgestellt worden.

In dem vor kurzem erschienenen „Vademecum für Pilzfreunde" von ADALBERT RICKEN findet sich nun bei *Inocybe sambucina* (Fr.) die Bemerkung: „Steht im Verdacht, in Aschersleben einen tötlichen[3]) Vergiftungsfall herbeigeführt zu haben". Daß diese

---

[1]) Ein Todesfall nach dem Genuß von *Inocybe frumentacea* (Bull.) Bres. Diese Berichte, Jahrg. 1916, Band XXXIV, S. 424—427.

[2]) Ebenda S. 727.

[3]) Wie im Original.

Annahme nicht ausschließlich auf jener Zeitungsnotiz beruht, dürfte auch daraus hervorgehen, daß die Beschreibung von *Inocybe sambucina* in dem Vademecum gegenüber derjenigen des gleichen Pilzes in desselben Verfassers Werk „Die Blätterpilze (Agaricaceae)“ auffällige Abänderungen in der Richtung nach den Exemplaren von Aschersleben zeigt. Diese etwa sieben Jahre früher gedruckte Diagnose lautete u. a.: „Hut weiß, gilbend . . . gewölbt . . . 4—7 [cm] . . . Fleisch riecht . . . stets einzeln . . . Seltener“. In dem Vademecum heißt es dagegen: „Gleichfalls weiß und oft rötend . . . glockig-gewölbt 4—8 . . . Ganz geruchlos . . . im Harzgebirge fast häufig, sonst selten“. Übereinstimmend wird in beiden Beschreibungen hervorgehoben, daß der Hut weder eingeknickt noch längsrissig ist. Mit alledem vergleiche man folgende Merkmale der am 4. Juli 1916 aus Aschersleben erhaltenen Stücke: „Hut anfangs kegelig-glockig, mit eingeknicktem Rande, später . . . mit aufwärts gebogenem Rande, bis 8 cm breit, ziegelfleischrot, bräunlichrotfaserig und rissig . . . Stiel gleichfarbig, teilweise dunkler weinrot . . . Geruch ganz dem von altem Weizenkornbranntwein entsprechend.“ Es handelt sich überdies noch um unterscheidende Merkmale des Stieles und der Lamellen, die alle übereinstimmend darauf hinauskommen, daß jene Exemplare von 1916 nicht *Inocybe sambucina* sein konnten, abgesehen selbst davon, daß FRIES diese seine Art „*totus albus*“ nennt, wozu die rotbraune Farbe der getrocknet aufbewahrten Stücke in einem augenfälligen Gegensatz steht. Sollten etwa in einem späteren Jahr (im Sommer 1916 waren weitere Stücke an Ort und Stelle nicht zu finden) aus Aschersleben bezogene Pilze die Cystiden auch an der Lamellenfläche gezeigt haben, wie das nach der Überschrift auf Seite 71 des Vademecums anzunehmen wäre, so würde schließlich darauf hinzuweisen sein, daß die Lamellen von *Inocybe frumentacea* sie nur an der Schneide besaßen und besitzen.

Für die Erweiterung unserer Erfahrungen über Giftpilze wichtiger als diese Berichtigung ist der Umstand, daß *Inocybe*-Arten allem Anschein nach in der letzten Zeit zu weiteren schweren Vergiftungen geführt haben, von denen ein Erlebnis des Göttinger Pilzkundigen L. FINKE mitgeteilt sei. Dieser fand gleichfalls im Juni 1916 eine *Inocybe*, von der er zunächst ein Exemplar probeweise mit etwas Butter zubereitete und im Geschmack vorzüglich, champignonähnlich, fand; irgendwelche Folgeerscheinungen zeigten sich nicht. Er holte daher am folgenden Tage etwa 10—12 Stück von der gleichen Stelle, ließ sie von seiner Frau zubereiten und aß die angenehm duftenden

Pilze mittags mit seiner Familie, im ganzen vier Personen. Bei F. selbst, der wohl am meisten von dem Gericht zu sich genommen hatte, traten nach drei Stunden Flimmern vor den Augen und stechend-brennende Schmerzen in der Harnröhre ein; er versuchte zu erbrechen, was nach langer Mühe glückte, während sich gleichzeitig heftiger Durchfall einstellte. Sein Sohn klagte weinend, er könne nichts mehr sehen und habe starke Schmerzen der gleichen Art; auch den beiden weiblichen Teilnehmern der Mahlzeit bekamen die Pilze sehr schlecht. Die folgende Nacht brachte den ermatteten Leidenden einen reichlichen, schleimigen Schweißausbruch, dem völlige Genesung folgte. Augenscheinlich ist der günstigere Ausgang dieser Vergiftung dem Umstande zuzuschreiben, daß es hier gelang, rechtzeitig Erbrechen zu erregen, was bei BOKEMÜLLER-Aschersleben selbst durch ein Brechmittel nicht zu erreichen war.

Leider waren die Pilze in den beiden folgenden Jahren nicht mehr aufzufinden, so daß sich Herrn FINKEs vorläufige Vermutung, es handele sich um *Inocybe repanda* (Bull.), nicht nachprüfen ließ. Der Beschreibung nach ist der Pilz isabellfarben, vom Habitus eines *Hebeloma*; der bis 8 cm breite Hut bekommt mit zunehmender Ausbildung vier radiale Einbuchtungen; die Lamellen haben die Färbung des Hutes, besitzen eine krause Schneide und röten sich nach dem Ablösen; der Stiel ist kurz. Die Art wuchs unter hohen Buchen und Eiben auf kalkigem Untergrund. Auch nach den übersandten Skizzen dürfte es sich um eine *Inocybe* handeln.

Zu der früher bereits geäußerten Ansicht, daß das Krankheitsbild im Falle BOKEMÜLLER an Vergiftung durch Fliegenpilz erinnert habe, sei noch hinzugefügt, daß CLARK anscheinend (nach einem Referat) durch *Inocybe infida* Muskarinwirkung am Froschherz hervorrufen konnte. Entzündung der Harnröhre wird übrigens auch bei (zumal experimenteller) Fliegenpilzvergiftung angegeben.

Derselbe Herr FINKE in Göttingen hat nun vor kurzem die Wirkungen eines anderen, wiederum selteneren Giftpilzes an sich erfahren müssen, diesmal allerdings infolge eines unglücklichen Zufalles. Am Waldrand unter alten Buchen fand er einen Blätterschwamm mit steinpilzähnlich dickem Stiel und nahm zwei Stücke zur Bestimmung mit nach Haus. Dort wurden sie versehentlich mit den anderen, als eßbar bekannten Sorten zusammen am Abend gesäubert und am folgenden Morgen um 9 Uhr, in etwas Butter geschmort, von drei Erwachsenen verzehrt. Um 10 Uhr stellte sich bei F., der gerade unterwegs war, Unwohlsein ein, das ihn an die beiden zweifelhaften Pilze erinnerte und zur Erregung von Erbrechen veranlaßte; dieses wiederholte sich in der folgenden

Stunde etwa zehnmal, auch trat starker Durchfall ein. Mit Mühe schleppte er sich zu seiner unter ähnlichen Anzeichen erkrankten Frau; auch die Schwiegermutter litt in gleicher Weise. Nach Bettruhe konnten sie um 6 Uhr etwas kaltes Wasser und darauf einige Tassen Pfefferminztee bei sich behalten und schliefen die Nacht über ohne weitere Beschwerden.

Wenn zwei kleine Exemplare eines Pilzes bei drei Erwachsenen derartige Zustände hervorrufen, so handelt es sich zweifellos um eine Art von sehr starker, wenn auch auf den Verdauungsapparat beschränkter, Giftwirkung. Die beiden eingesandten Probestücke waren *Tricholoma tigrinum* (Schaeff.), das kleinere zu des Autors Tab. LXXXIX, Fig. IV, gut passend, das größere dagegen ausgebreitet und 13 cm im Durchmesser. Kennzeichen sind der dicht haarig-schuppige, graue, in der Mitte mehr braune, fast halbkugelig-aufgeblasene Hut mit anfangs stark eingezogenem Rande, die dicken, bis 13 mm breiten, mattockerfarbenen Lamellen, das weiße, in der Mitte des Hutes gräuliche, am Stielgrunde schwach fleischfarbene, mehlartig schmeckende Fleisch, der sehr gedrungene, am Grunde bis 3 cm dicke, etwas faserig-schuppige, volle Stiel. Sporen rundlich, 8/7 μ. Die Abbildung bei FRIES, *Icones*, Tab. 41, stellt eine braune Form dar; Taf. 93, Abb. 3 in RICKENS „Blätterpilze" bringt, wie alle Bilder dieses Autors, wohl weniger eine getreue Wiedergabe der Wirklichkeit als eine Illustration der besonderen Merkmale der Spezies.

Die *Tricholoma tigrinum* (non *Agaricus tigrinus* Bull. = *Lentinus t.* Fr.) verwandten Arten von ähnlicher Farbe und Hutbekleidung werden teils als eßbar, teils (ohne nähere Begründung) als verdächtig oder giftig bezeichnet. *Trich. terreum* (Schaeff.) und das ihm nahestehende *argyraceum* (Bull.) finden sich gelegentlich in den Körben mit *portentosum* Fr. am Breslauer Markt; *virgatum* Fr. hat Oberpostsekretär L. in Oppeln wiederholt eingesandt und ohne Schaden gegessen, während es von anderer Seite als giftig bezeichnet wird.

Breslau, den 9. September 1918.

53. C. Wehmer: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen.

5. Wirkung auf Holzpflanzen; Blausäure als schädlichster Gasbestandteil.

(Eingegangen am 20. September 1918.)

Die Fortsetzung meiner im 3. Heft[1]) mitgeteilten Versuche führte zunächst zu einer Überraschung. Es hatte sich bekanntlich ergeben, daß junge Bäumchen im Spätsommer auf das dem Wurzelsystem zugeführte Leuchtgas nur durch Abwerfen des Laubes, im Winter dagegen überhaupt nicht sichtbar reagieren, während im Frühjahr nicht nur der junge Trieb rasch verwelkte, sondern auch die ganzen Pflanzen in kurzem verdorrten. Herbst- und Winterpflanzen zeigten selbst nach mehrwöchentiger Einwirkung des Leuchtgases ihre Zweige samt Knospen, Stämmchen und Wurzeln im Aussehen unverändert.

Ich wies damals darauf hin, daß im folgenden Frühjahr (1918) festzustellen sei, wie sich solche ganz normal aussehenden Bäumchen beim Austreiben verhalten, sie wurden also überwintert und fortlaufend kontrolliert.

Dabei stellte sich nun heraus, daß mit einer Ausnahme (Hainbuche) keiner derselben austrieb, sämtliche Versuchspflanzen verdorrten im Frühjahr 1918 allmählich. Nur die Hainbuche entwickelte die Hälfte ihrer Knospen zu schwach beblätterten auch im August 1918 noch lebenden Trieben, alle übrigen Bäumchen waren bis Ende Mai von oben herab größtenteils oder total verdorrt; von den Laubbäumen (Ahorn, Hasel, Ulme, Linde, Buche) lebten da nur ein Ahorn und 2 Linden noch teilweise (grüne saftige Rinde des unteren Stämmchenteiles), die Nadelhölzer waren ausnahmslos einschließlich Wurzel dürr (Eibe, Fichte, Abies-Arten, Thuja, Tsuga), hier hatte bereits im Spätwinter successives Braunwerden der Nadeln als erstes Zeichen des dann schnell fortschreitenden Absterbens begonnen. So zeigte z. B. ein kräftiges, frischgrünes Eibenbäumchen, welches im November 1917 bei 4 Wochen langem Zuleiten von Gas in die Topferde äußerlich ganz unverändert geblieben war, zuerst im Februar 1918 mehrfach braune Nadeln an den unteren Zweigen, im März nahm die Zahl derselben stark zu, im April waren alle Nadeln tot und braun, die Zweige im Verdorren. Ende Mai ganzes Bäumchen einschl. Wurzel dürr.

---

[1]) Diese Berichte 1918, **36**, 140.

Wir sehen hier also — im Gegensatz zu den Frühjahrspflanzen — die schädliche Wirkung des Leuchtgases erst nach verhältnismäßig langer Zeit eintreten, erst mit Ende der Winterruhe kommt sie zum Vorschein. Inwieweit dabei auch die nach Abbruch der Gaszuleitung natürlich andauernde Berührung des Wurzelsystems mit der gasdurchsetzten Topferde noch mitspricht, steht dahin; jedenfalls bleibt im Frühjahr die Wurzeltätigkeit aus, die jungen Wurzeln sind wohl vernichtet oder doch unheilbar geschädigt, Neubildung findet nicht statt. Wasserkulturpflanzen (Ulme, Ahorn) verhielten sich aber ebenso, selbst wenn das übelriechende Kulturwasser späterhin durch reines ersetzt wurde (Ahorn); für sich unter Glasstopfen bei Seite gestellt, verlor dies Wasser in den folgenden Monaten seinen charakteristischen Geruch wieder und am Boden siedelte sich eine reiche Vegetation grüner einzelliger Algen an (in diesem Versuch war der Gasstrom rund 30 Tage hindurch gegangen). Es zeigt dies wieder das baldige Verschwinden der Schadenstoffe durch Verflüchtigung oder Zersetzung.

Aus meinen früheren Versuchen[1]) ergab sich, daß als Hauptträger der giftigen Wirkung des Leuchtgases eine unbekannte schwer faßbare wasserlösliche, zersetzliche oder flüchtige Substanz gelten muß, die beim Durchgang des Gases durch Wasser auf dieses übergeht (Wasserkulturpflanzen) aber ebenso leicht aus demselben alsbald wieder verschwindet, sie schien sich unter den Geruchstoffen des Gases zu verbergen. Die weiteren Ermittelungen haben nunmehr ergeben, daß das nur Blausäure sein kann. Diese Substanz findet sich in jedem Leuchtgas in übrigens sehr schwankender Menge, mein Versuchsgas enthielt bis zu 0,01 Vol.$^0/_0$[2]). Gashaltiges Wasser ist, wie sich leicht zeigen läßt, tatsächlich eine verdünnte Blausäurelösung. Die Einzelheiten übergehe ich hier[3]), nur die Hauptdaten seien mitgeteilt.

Mein schon lange auf diesen Stoff fallender Verdacht blieb ohne Stütze, weil mit dem von Leuchtgas durchströmten Kulturwasser der Versuchspflanzen keine Berlinerblau-Reaktion zu erhalten war (l. c. **35**, 409). Der Grund lag, wie sich jetzt herausstellte, einzig in dem zu geringen Cyanwasserstoffgehalt, er erreicht nicht die Empfindlichkeitsgrenze der Reaktion (1/55000). Solches Wasser, das ca. 3—4 Tage lang von einem mäßig schnellen Gasstrom dassiert wurde (1—2 cbm), enthielt ca. 3,6 mg CNH auf 100 cc; also 0,0036 % CNH (Fällung als Cyansilber), es wirkte früher bekanntlich auf Bohnen rasch vernichtend (l. c. **35**, 405), auf Kressesamen stark keimungshemmend (l. c. **36**, 148), die Erscheinungen waren hier aber ganz dieselben wie bei Verwendung einer reinen Blausäurelösung derselben Konzentration; auch andere Reaktionen beider Flüssigkeiten stimmen überein (Reduktion von Jodlösung, von Kaliumpermanganat u. a.). Aus beiden entweicht der giftige Stoff beim Stehen an freier Luft schon binnen wenigen Tagen völlig,[1]) nunmehr keimt Kresse und entwickelt sich ungestört zu normalen Pflanzen.

---

[1]) Diese Berichte 1917, **35**, 151, 409; 1918, **36**, 148.

[2]) In 1 cbm somit rund 120 mg (nach wiederholter eigner Bestimmung), nicht 1 mg Cyan, wie l. c. 35, 142 (Fußnote) steht und auf Grund früherer Analysen der Gasanstalt angegeben war.

[3]) Genaueres s. Ztschr. f. Angw. Chm. 1918 **31**, Nr. 83; bei Niederschrift meiner Arbeit im Journ. f. Gasbel. 1918, **61**, 387 u. f. („Leuchtgasschäden an Straßenbäumen") waren diese Ermittelungen noch nicht abgeschlossen.

Den direkten Beweis führt man durch Eliminieren der Blausäure aus dem Leuchtgas, also durch Waschen mittels Alkalis unter Zusatz von etwas Eisenvitriol. Leitet man so den Gasstrom auf das Wurzelsystem von Topfpflanzen, nachdem er zuvor zwei Waschflaschen mit Kalilauge passiert hat, so bleibt jetzt die heftige Wirkung aus, Kressepflanzen fallen nicht mehr binnen 3 Tagen zusammen, auf der Topferde ausgestreute Kressesamen keimen ohne Schwierigkeit und entwickeln sich trotz andauernden Gaszuströmens zu kleinen grünen Pflanzen, erst nach längerer Zeit beginnen sie zu kränkeln[2]). Ungewaschenes Gas läßt die Samen bekanntlich nicht keimen, tötet sie auch allmählich ab[3]).

Anfangs versuchte ich nur Wasserwäsche, eine geringe Abstumpfnng der Schädlichkeit des Gases war zwar nachweisbar, offenbar wird hier jedoch nur ein Teil des rasch wieder aus dem Wasser diffundierenden Cyanwasserstoffs zurückgehalten; bei allen Versuchen mit gashaltigem Wasser muß deshalb auch das Leuchtgas dem Wasser kontinuierlich zugeleitet werden.

---

[1]) Gasgesättigtes Wasser muß also sofort untersucht werden, die Blausäure entweicht so schnell, daß die schädliche Wirkung bereits mit Aufhören des Gaseinleitens wieder zu verschwinden beginnt. Das Gift ist also tatsächlich schwer faßbar (l. c. **35**, 409).

[2]) Offenbar Wirkung sonstiger schädlicher Bestandteile, die nur allmählich, nicht akut wirken. Die Art dieser Stoffe steht noch nicht ganz sicher (vielleicht Benzol, Schwefelkohlenstoff oder dergl.).

[3]) Diese Berichte 1917, **35**, 138, 141.

Verständlich ist hiernach aber der ganz verschiedene Ausfall des Experiments mit Kresse, je nachdem ob der Versuchsraum durch Luft- oder durch Wasserverdrängung gefüllt wird; nur in ersterem Falle sterben Kressekeimpflanzen in ihm binnen kurzem ab,[1]) im letzteren dagegen wird die Blausäure vom Wasser absorbiert und mit ihm entfernt. Dies verschiedene Ergebnis war mir früher nicht recht verständlich, ich suchte damals noch den Grund der Giftwirkung in den schweren Kohlenwasserstoffen, Schwefelkohlenstoff u. a., die das Wasser ja nicht zurückhält.

Kresse ist außerordentlich empfindlich gegen spurenhafte Blausäure-Mengen, ca. 0,02 Vol.% töteten die Keimpflanzen nach wenigen Tagen ab, stören aber die Samenkeimung in solcher Atmosphäre noch nicht merklich; in blausäurehaltigem Wasser fand zwar noch bei 0,00024% CNH (0,475 mg CNH auf 200 cc Wasser) sehr langsame Entwicklung statt, bei 0,00095% CNH (1,9 mg CNH auf 200 cc Wasser) war aber die Keimung bereits stark verzögert, die Samen entwickelten binnen 2 Wochen nur 3 mm lange Würzelchen, Weiterentwickelung blieb aus; ungefähr das 7 fache (0,007% CNH) tötete die Samen binnen 9 Tagen völlig ab.

Beim raschen Absterben von Kressepflanzen in reiner Leuchtgasatmosphäre mit 0,01 Vol. % CNH wirken vielleicht mehrere Momente zusammen, unter diesen für die Pflanzen sehr ungünstigen Bedingungen (Sauerstoffmangel, andere schädliche Stoffe) genügen also voraussichtlich geringere Blausäuremengen; doch können nach Literaturangaben[2]) bis über 0,03 Vol. % CNH im Gas vorkommen (340 mg in 1 cbm). Für das Eingehen der Pflanzen in gasdurchströmtem Wasser oder Boden reicht aber schon bei Cyan-armem Leuchtgas das hier absorbierte Gift vollauf zur Erklärung. In Bezug auf Schädlichkeit gegenüber meinen Pflanzen läßt diese Substanz alle bislang untersuchten[3]). Leuchtgasbestandteile weit hinter sich, erst bei ca. 1—2 Vol. % wurden früher Kressekeimlinge durch Schwefelkohlenstoff oder Benzol vergiftet, Schwefelwasserstoff leistete gleiches bei 0,1%, vom Cyanwasserstoff genügen aber schon 0,2—0,3% zur Erzielung ungefähr gleichschneller Wirkung; auf die minimale Menge von 2,4 mg in 8,4 L Luftraum reagierten die Keimlinge bereits nach 1—2 Tagen durch beginnenden Verfall.

---

[1]) Diese Berichte 1917, **35**, 319 u. f.; Zeitschr. f. Angw. Chem. s. oben.

[2]) Vergl. meine Mitteilung in Journ. f. Gasbel. 1918, **61**, 418

[3]) l. c. 1917, **35**, 142 u. f., 325 u. f.

Ausführlich berichte ich über die Versuche betreffend Verhalten der Kresse gegen Cyanwasserstoff an anderer Stelle[1]. Den Schlüssel zum Verständnis der meisten Experimente mit Leuchtgas liefert also tatsächlich ein unter den Verunreinigungen desselben zu suchender Bestandteil, der übrigens bislang zur Erklärung der Gaswirkung auf Pflanzen nicht herangezogen wurde, und — wie ich schon früher hervorhob —[2] gleichfalls die Erscheinung der „blauen Wurzeln“ gasgeschädigter Bäume hervorruft (Berlinerblau-Bildung); diese setzt unter anderen die Ansammlung einer gewissen Cyanwasserstoffmenge voraus. Insbesondere dürfen wir hiernach die Leuchtgasschäden der Praxis durch unterirdisch aus schadhaften Leitungen entweichendes Gas, das seine giftigen Beimengungen natürlich auch an den feuchten Erdboden abgibt, wohl in erster Linie als Folgeerscheinungen einer Wurzelvergiftung durch Blausäure betrachten, ohne damit auszuchließen, daß unter Umständen dieser Stoff mit dem aufgenommenen Bodenwasser auch noch oberirdischen Organen[3] zugeführt werden kann, und so hier direkt schädigt.

Hannover, September 1918.

---

[1] Biochem. Zeitschrift 1918. **41.**

[2] l. c. 1917, **35**, 154. Bläulich verfärbte Wurzeln sah ich in einem Falle auch bei Kressekeimpflanzen der Versuche.

[3] Das regelmäßige Absterben von Ilex-Zweigen in gashaltigem Wasser (l. c. **36**, 146) ist kaum anders zu deuten; bei bewurzelten Bäumchen, deren Wurzelsystem längere Zeit relativ unempfindlich gegen solches Wasser war, muß die kritische Substanz schließlich, wenn auch in minimalen Mengen, doch in die noch transpirierenden Blätter gelangen (Linde, l. c. **36**, 144).

54. F. von Höhnel: Über Discomyceten vortäuschende Microthyriaceen.

(Eingegangen am 2. Oktober 1918.)

Die Microthyriaceen gelten im allgemeinen als ein sehr einförmiger Formenkreis, dessen Vertreter leicht als solche zu erkennen sind. Allein abgesehen davon, daß es eine Menge von Formen gibt, die man leicht für Microthyriaceen halten kann, es aber nicht sind, wie viele Schizothyrieen, ferner *Stephanotheca, Pycnopeltis, Pycnoderma, Yatesula, Dothithyrella* usw., gibt es auch viele echte Microthyriaceen, die man erst nach genauer Prüfung als solche zu erkennen vermag. So die Arten der Gattungen *Kriegeriella, Schenckiella, Englerulaster* u. a.

Daraus erklärt sich, daß einerseits zu den Microthyriaceen Formen gestellt werden, die nicht dazu gehören, andererseits viele Microthyriaceen bei ganz anderen Familien stehen oder doch standen. Jüngst fand ich nun, was bisher unbekannt war, daß auch gewisse bisher als Discomyceten beschriebene Formen echte Microthyriaceen sind.

Wenn solche täuschende Formen ein Subiculum besitzen, dann ist es bei einer einigermaßen gründlichen und umsichtigen Prüfung leicht, hinter die Microthyriaceen-Natur derselben zu kommen, so bei *Schenckiella Marcgraviae* P. Henn. (siehe diese Berichte 1918, Nr. 37).

Wenn aber ein Subiculum fehlt oder nur angedeutet ist und noch dazu das Schildchen sehr zarthäutig ist und nicht aus ganz regelmäßig strahlig angeordneten Hyphen besteht, dann sind solche Formen in dem reifen Zustand in der Tat von oberflächlich wachsenden Discomyceten kaum zu unterscheiden und nur die Prüfung der jugendlichen Zustände ist imstande, die Microthyriaceen-Natur derselben sicherzustellen.

Auf diesem Wege erkannte ich nun zunächst zwei für echte Discomyceten gehaltene Formen als zu den Microthyriaceen gehörig.

Es sind dies: *Micropeziza scirpicola* Fuckel (Symb. myc. 1869, S. 292) und *Discomycella tjibodensis* v. H. (Fragm. z. Myk. Nr. 779, XIV. Mit. 1912).

Im gut entwickelten reifen Zustand sehen sich diese zwei Pilze einander ganz ähnlich. Der Querschnitt sieht bei beiden gleich und zwar so aus, wie dies die Figur im Fragm. Nr. 779 für die *Discomycella* zeigt. Der Fruchtkörper ist ein scheibenförmiger Zylinder, der auf einer zarten Membran sitzt, die deutlich, aber sehr zart strahlig gebaut ist und meist ringsum als Randsaum vorsteht. Ohne Kenntnis der Entwicklung können diese Formen nur für Discomyceten gehalten werden, wie dies bisher auch geschehen ist. Allein schon die Betrachtung der angeführten Figur zeigt, daß dieselben etwas ganz Fremdartiges an sich haben, und als Discomyceten betrachtet, eine ganz abgesonderte Stellung, anscheinend ohne näheren Anschluß an andere sichere, einnehmen würden, wie ich dies bei *Discomycella* schon angedeutet habe.

Über die mir 1912 durchaus zweifelhaft gebliebene Stellung von *Discomycella* kam ich erst ins Reine, als ich in *Micropeziza scirpicola* Fuckel (Fung. rhen. Nr. 1780) einen Pilz fand, der, von der Fruchtschichte abgesehen, ganz so wie *Discomycella* aussieht, und bei dem ich auch alle Entwickelungszustände auffand, die mich davon überzeugten, daß es sich um eine Microthyriacee handelt, deren Fruchtschichte sich unter einem dünnhäutigen, strahlig gebautem Schildchen entwickelt und dann scheibenförmig hervorbricht.

Die Thyriothecien-Schilder der *Micropeziza scirpicola* sind zwischen den ganz- und halbreifen Fruchtkörpern in Menge an durchsichtig gemachten Blattstückchen zu sehen, in allen Größen und Entwickelungszuständen. Sie sind aus etwa 1.5 — 2.5 μ breiten, zarthäutigen, schmutzbraunen Hyphen strahlig aufgebaut und verlaufen am Rande allmählich. Hier und da sieht man auch einzelne, sichtlich dazu gehörige Subicularhyphen über dieselben laufen.

Die nochmalige Untersuchung der *Discomycella* zeigte mir nun auch bei dieser ganz junge Thyriothecien, doch keine Übergangsformen. Wenn bei *Micropeziza scirpicola* die Fruchtschichte sehr gut entwickelt ist, dann schwillt sie der Fläche nach stark an und bedeckt den Rand der Thyriothecien vollkommen. Nichts verrät dann mehr die Microthyriaceen-Natur des Pilzes. Bei der Entwickelung reißen die Thyriothecien zuerst oben in der Mitte unregelmäßig-strahlig-lappig ein. Später tritt jedoch infolge der Weichheit des Schildchens eine Abrundung der Öffnung ein, die schließlich meist die Größe der Basalfläche der Schlauchschichte erreicht, wodurch der Pilz (vom Randsaum abgesehen) zylindrisch-scheibenförmig wird.

Nun fand ich aber noch eine dritte Form, die sich einerseits zweifellos an *Micropeziza scirpicola* anschließt, andererseits aber sich entschieden der sicheren Discomyceten-Gattung *Calycellina* v. H. nähert. Es ist diese das *Belonidium aurantiacum* Rehm 1891 (Discomyceten-Werk S. 564). Dieser Pilz hat mit den Mollisieen nichts zu tun und nimmt nach dem allerdings zur Erzielung völliger Klarheit kaum zureichendem Original in SYDOW, Mycoth. march. Nr. 1582, offenbar einen ganz ähnlichen Entwickelungsgang.

Der Pilz wächst ganz oberflächlich, ist scheibenförmig, ganz flach, sehr dünn berandet und sitzt mit seiner vollen Breite auf einer der Cuticula aufliegenden Membran, die ringsum als sehr dünner aus kaum 2 µ breiten, wellig-strahlig verlaufenden, zarten, bräunlichen Hyphen bestehender Randsaum etwa 40—80 µ breit vorsteht. Das Excipulum bildet einen Zylinder, der oben nicht oder nur wenig verengt ist. Es ist unten etwa 16, oben 12 µ dick, steht am Rande kaum vor und besteht unten aus etwa 4—5, oben 2—3 Lagen von außen bräunlichen, innen hyalinen, derbwandigen 5—10 µ breiten Parenchymzellen. Die Scheibe ist etwa 100 µ dick, bei 200—400 µ Breite, das Hypothecium ist 16—20 µ dick, mikroplektenchymatisch, unten braun. Nur am schmalen Rande des Excipulums sind die Zellen etwas gestreckt.

Nachdem sich nun dieser Pilz ebenfalls aus einem strahlig gebauten oberflächlich aufsitzenden Microthyriaceen-ähnlichen Schildchen hervorbrechend entwickelt, dabei aber ein eigenes parenchymatisch gebautes Excipulum besitzt, bildet er einen Übergang zu jenen wenigen Discomyceten, die mit den Helotieen verwandt, ganz oberflächlich auf einer Scheibe sitzen, die man als ein den Microthyriaceen Schildchen homologes Gebilde auffassen könnte.

Es sind das jene fünf Formen, für die ich die Gattungen *Calycellina* und *Cenangina* (Fragm. z. Myk. Nr. 337 und 338, VII. Mitt (1909) aufgestellt habe, nämlich:

1. *Calycellina punctiformis* (Grev.) v. H. (die echte *Peziza punctiformis* Grev. auf der Oberseite von Eichenblättern).
2. *Calycellina populina* (Fuck.) v. H. (*Helotium* Fuck.).
3. *Calycellina Phalaridis* (Lib.) v. H. (*Peziza* Libert; *Helotium* Speg. et R.; *Mollisia* Rehm).
4. *Cenangina Inocarpi* (P. H.) v. H. (*Helotium* P. Henn.).
5. *Cenangina Schenckii* (P. H.) v. H. (*Helotium* P. Henn.).

Diese 5 Formen würden dann im Verein mit *Discomycella tjibodensis* v. H., *Micropeziza scirpicola* Fuck. und *Belonidium aurantiacum* Rehm eine natürliche Gruppe bilden, deren Anfangsglieder noch als eigenartige Microthyriaceen gelten müßten (*Discomycella, Niesslella*), während die Endglieder (*Calycellina, Cenangina*) als Discomyceten aufgefaßt werden müssen.

Wir hätten es daher mit einer Reihe von Discomyceten zu tun, die sich aus eigenartigen Microthyriaceen entwickelt haben. Die

Möglichkeit einer solchen Entwickelungsreihe kann nicht ohne weiteres zurückgewiesen werden, denn die Natur richtet sich nicht nach unseren systematischen Schemen. So wie ein zweifelloser Zusammenhang zwischen *Microthyrium* und *Meliola* besteht, so ist auch ein solcher zwischen *Microthyrium* und Discomyceten denkbar.

Die besprochenen Tatsachen scheinen in der Tat dafür zu sprechen, daß eine solche Entwickelungsreihe wirklich besteht.

Immerhin können indes Zweifel darüber auftauchen, ob die Microthyriaceen-Schildchen-artigen Gebilde, aus denen die beschriebenen Discomyceten hervorbrechen, wirkliche Microthyriaceen sind, oder solchen nur täuschend ähnlich sehen, dabei aber stromatische Formgebilde eigener Art sind.

Vorläufig fehlen aber sichere Anhaltspunkte, um diese Frage zur Entscheidung zu bringen. Es müssen weitere Formen aufgefunden werden, die geeignet sind, diese Frage sicher zu lösen. Ich halte es für möglich, daß es hierher gehörige Pilze mit gut entwickeltem Subiculum gibt, deren Microthyriaceen-Natur daher sicher steht und die diese Lösung bringen könnten.

Meine Ansicht, daß die Discomyceten mehrere Entwickelungsreihen umfassen, würde damit eine weitere Bestätigung finden. Die besprochenen Formen: *Micropeziza scirpicola* Fuck. und *Belonidium aurantiacum* Rehm unterscheiden sich zwar dadurch voneinander, daß die erstere kein merkliches, eigenes Excipulum aufweist, während die zweite ein solches besitzt, sie stehen sich aber andererseits einander sichtlich so nahe, daß ich sie vorläufig als in eine und dieselbe Gattung gehörig betrachte. Diese nenne ich zu Ehren des Nestors der österreichischen Mykologen Hofrat Professor GUSTAV VON NIESSL *Niesslella* v. H., die ich als Microthyriaceen-Gattung betrachte.

Niesslella v. H. n. G.

Microthyriaceen-Schildchen ohne Subiculum, zart-strahlig-faserig gebaut, sich oben erst lappig, dann weit rundlich öffnend Schlauchschichte scheibenförmig weit hervorbrechend und schließlich aufsitzend, mit oder ohne eigene Berandung (Excipulum). Paraphysen einfach-fädig. Schläuche keulig, achtsporig. Sporen hyalin länglich, schließlich 2- (bis 4- ?) zellig.

Grundart: *Niesslella scirpicola* (Fuck.) v. H.
Syn.: *Micropeziza scirpicola* Fuckel 1869.
Mollisia scirpicola (Fuck.) Saccardo 1889.
Belonidium scirpicolum (Fuck.) Rehm 1891.
Zweite Art: *Niesslella aurantiaca* (Rehm) v. H.
Syn.: *Belonidium aurantiacum* Rehm 1891.

Wie aus dem Gesagten zur Genüge hervorgeht, blieben mir betreffs der Microthyriaceen-Natur der drei bisher behandelten Formen doch noch gewisse Zweifel übrig, die vornehmlich darauf beruhten, daß die Schildchen, aus welchen die Fruchtscheiben hervorbrechen, sehr zarthäutig sind und es mir nicht ausgeschlossen schien, daß sie doch vielleicht anderer Natur sind.

Diese Zweifel wurden nun vollständig behoben durch die Auffindung einer weiteren Form, deren Microthyriaceen-Natur völlig sicher steht. Es ist das der von REHM zuerst 1881 im 26. Bericht d. naturh. Vereins in Augsburg S. 65 als *Micropeziza Punctum* beschriebene, von SACCARDO 1889 zu *Niptera*, von REHM später zu *Beloniella*, und 1891 zu *Belonidium* gestellte Pilz.

Von demselben konnte ich nicht nur das Original in REHM, Asc. ex. Nr. 261, sondern auch zwei von W. KRIEGER am Fichtelberge im Erzgebirge 1902 gemachte Aufsammlungen untersuchen, die mit dem Original vollkommen übereinstimmen.

Bei diesem Pilz sind die Fruchtkörper anfänglich ganz echte Thyriothecien, die schwarz erscheinen und aus dunkelbraunen, 2—3 μ breiten, derben Hyphen bestehen. Die Schildchen sind in der Mitte 15—20 μ dick und bestehen hier aus mehreren Lagen von schief zur Oberfläche stehenden Reihen kurzer Zellen; gegen den Rand hin sind sie parallelfaserig. Der Rand selbst ist mehr oder weniger gewimpert. Da viele Thyriothecien steril bleiben, ist es leicht, sich von ihrer anfänglichen Beschaffenheit zu überzeugen. Wenn die Schlauchschichte nur schwach entwickelt ist, reißen die Schildchen oben unregelmäßig lappig auf. In diesem Zustande ist die Thyriothecien-Natur des Pilzes ohne weiteres klar. Ist aber die Fruchtschichte stark ausgebildet, so schwillt das Schildchen oben brotlaibförmig an. Diese Anschwellung sitzt dann mit etwas verschmälerter Basis auf dem Randteil des Schildchens, der nun ringsum nur als 50—90 μ breiter, strahlig gebauter Randsaum dem Blatte anliegt. Betrachtet man einen solchen Fruchtkörper mit gut entwickelter Schlauchschichte unter dem Mikroskop von oben, so sieht man vom wimperigen Randsaum nichts, weil durch den Druck des Deckglases die Fruchtschichte flachgedrückt und verbreitert wird und daher den Randsaum bedeckt. Solche Fruchtkörper gleichen daher von oben gesehen ganz einem Discomyceten mit freier Scheibe, die von einem (Schein-) Excipulum, das scharf begrenzt ist, umgeben ist. Zerdrückt man nun den Pilz, so daß das (Schein-) Excipulum ausgebreitet vorliegt, so bemerkt man, daß dasselbe am inneren (oberen) scharf begrenzten Rande kleinzellig parenchymatisch ist, während der äußere (untere) Rand strahlig parallelfaserig ist. Diese Tatsache zeigt, daß der Pilz keine Pezizee ist, denn bei diesen ist das Excipulum, wenn es teilweise parenchymatisch ist, ausnahmslos so gebaut, daß es unten parenchymatisch, und oben, am Rande mehr oder minder, oft nur in einer schmalen Randzone parallelfaserig ist. Es verhält sich daher der Fruchtkörper von *Micropeziza Punktum* gerade umgekehrt, der Bau des Gehäuses ist oben parenchymatisch, unten faserig, also genau so, wie er sein muß, wenn das Gehäuse aus einem Schildchen entstanden ist.

Dieser Pilz ist daher eine Microthyriacee.

Wenn daher REHM in seiner Beschreibung des Pilzes sagt, daß das Gehäuse braunparenchymatisch ist und (oben) gegen den Rand verlängerte Zellen zeigt, so ist das falsch, denn die Sache verhält sich gerade umgekehrt.

Dieser Befund wird nun in glänzender Weise dadurch bestätigt, daß die *Micropeziza Punctum* auch eine Nebenfrucht besitzt, die spärlich zwischen den Schlauchfrüchten auftritt, genau so aussieht, wie diese im unentwickelten Zustande und eine ganz echte unzweifelhafte Pycnothyriee, mit etwa 20—40 μ langen Conidienträgern und 2—4 = 1 μ großen Conidien, ist.

Die *Micropeziza Punctum* hat also eine Pycnothyriee als Nebenfrucht, was nur dadurch möglich ist, daß sie selbst ein Pilz mit Thyriothecien, also eine Microthyriacee ist. Dieselbe muß *Niesslella Punctum* (Rehm) v. H. genannt werden.

Diese Untersuchung zeigt wieder, wie mannigfaltig die Wege sind, welche die Natur bei der Erzeugung ihrer Pilzformen einschlägt, welchen Täuschungen die Pilzforscher unterworfen sind, wie schwierig, ja oft fast unmöglich es ist, die fertigen Formen richtig zu beurteilen und einzureihen, und wie notwendig es ist, selbst in anscheinend ganz einfachen und klaren Fällen, genau und mit der nötigen Umsicht nicht nur die fertigen Formen, sondern auch die jungen Zustände der Pilze zu untersuchen.

Jede schematische Arbeit, die immer mehr oder weniger von ungeprüften Voraussetzungen ausgeht, bringt nur neue Fehler.

Noch sei bemerkt, daß die Grundart der Gattung *Micropeziza* Fuckel (Symb. myc. 1869 S. 292) nach dem Stücke in REHM, Ascom. exs. Nr. 1221 (das Original in den Fung. rhen. Nr. 1174 konnte ich nicht untersuchen) eine echte Mollisiee ist, die sich aus einem schwachen, eingewachsenen Hypostroma entwickelt. Da die Sporen nach REHM deutlich zweizellig sind, stellte er den Pilz zu *Niptera*. Daher mußte ich für die zweite *Micropeziza*-Art die neue Gattung *Niesslella* aufstellen.

55. F. von Höhnel: Über den Zusammenhang von Meliola mit den Microthyriaceen.

(Eingegangen am 2. Oktober 1918.)

In diesen Berichten (1917, XXXV. Bd. p. 698) habe ich angegeben, daß *Meliola* und die Microthyriaceen trotz des so verschiedenen Aussehens ihrer Fruchtkörper durch Übergangsformen miteinander verbunden sind und daher eine natürliche Familie bilden. Bei beiden sind die Perithecien aufrecht und entwickeln sich auf der Unterseite der Hyphen durch Vermittlung eines gut ausgebildeten, mehr oder minder verkümmerten oder veränderten Schildchens. Wenn dieses gut ausgebildet ist, bedeckt es das sich darunter befindliche Perithecium völlig, und ist dann das letztere mehr oder minder, meist vollständig verkümmert, so daß nur die nackte Schlauchschichte übrig bleibt. Bei *Amazonia* jedoch ist unter dem Schildchen ein ringsum ausgebildetes geschlossenes Perithecium vorhanden, das blaß, weich und dünnhäutig ist. Bei *Meliola corallina* ist anfänglich ein deutliches Schildchen vorhanden, das Perithecium entsteht aber nicht ganz unter demselben, sondern das Schildchen selbst beteiligt sich im mittleren Teile mit an dem Aufbau desselben. Es entsteht schließlich ein schwarzes, ringsum geschlossenes Perithecium, das an der Basis noch die Randzone des ursprünglichen Schildchens zeigt. Es ist klar, daß auch das Perithecium der *Meliola corallina* auf der Unterseite einer Hyphe des Subiculums entsteht und daher diese Hyphe anfänglich über dasselbe hinwegzieht. Da aber das Perithecium schließlich hoch wird, reißt die Traghyphe ab und ist am reifen Perithecium keine Andeutung mehr davon zu sehen, daß dasselbe unterseits einer Hyphe entstanden ist. *Meliola amphitricha* verhält sich ebenso, nur ist hier das Schildchen ganz rückgebildet und knollenförmig.

Alle *Meliola*-Perithecien entstehen daher genau so, wie die Fruchtkörper der Microthyriaceen auf der Unterseite der Subicularhyphen (oder ihrer Hyphopodien), und ist ein gegensätzlicher Unterschied zwischen einem Thyriothecium und einem *Meliola*-Perithecium nicht vorhanden.

Ich habe am angeführten Orte mit gutem Grunde angegeben, daß die Thyriothecien keine einfachen Schlauchbehälter sind und aus dem schützenden Schildchen und dem darunter liegenden verkümmerten Perithecium bestehen. Mit gleichem Recht kann man aber auch sagen, daß die Thyriothecien einfache Fruchtkörper sind, deren obere Hälfte eine gut, schildartig entwickelte Perithecienmembran besitzt, während die untere Hälfte derselben verkümmert ist

Zwischen *Amazonia Psychotriae* und *Meliola corallina* klafft eine ziemlich breite Lücke. Während die erstere eine noch ganz deutliche Microthyriacee ist, ist letztere eine ganz unzweifelhafte *Meliola*. Sollte der Zusammenhang beider Formen ganz unzweideutig klar sein, so mußte noch eine Zwischenform aufgefunden werden, welche die Verbindung beider miteinander herstellte. Eine solche Form zu finden ist mir nun rascher geglückt als ich erwarten konnte. Ich fand sie in dem als *Dimerosporium Litseae* P Henn. (ENGLERS Bot. Jahrb. f. System. 1903, 32. Bd. p. 42) beschriebenen Pilze. Dieser wurde von HENNINGS als Perisporiacee betrachtet.

THEISSEN (Beih. Bot. Centralbl. 1912, XXIX. Bd. Abt. II p. 55) hielt ihn als für mit *Englerulaster* v. H. (Microthyriacee) verwandt. Später jedoch (Ann. myc. 1915, XIII. Bd. p. 235) wurde derselbe von ihm und SYDOW zu den Polystomelleen in die neue Gattung *Armatella* Th. et S. gestellt. Schon diese so sehr verschiedene Beurteilung des Pilzes zeigte mir, daß es sich um eine schwierige Übergangsform handeln müsse.

Der Umstand, daß ein ausgesprochenes *Meliola*-Mycel vorhanden ist, in Verbindung mit den auffallend großen Sporen, machte mir es klar, daß es sich auf keinen Fall um eine Polystomellee, sondern um eine mit *Meliola* verwandte Form handeln werde. Gegen diese Auffassung sprach nur die Angabe von THEISSEN und SYDOW, daß ein ausgebreitetes intraepidermales Hypostroma vorhanden ist.

Es blieb mir daher nur übrig, den Pilz selbst zu prüfen. Da zeigte mir denn die Untersuchung des Originals aus dem Königl. botanischen Museum in Dahlem, daß der Pilz völlig oberflächlich wächst und keine Spur eines Hypostromas vorhanden ist und daß derselbe in der Tat die gesuchte Übergangsform zwischen *Meliola* und *Amazonia* war.

Betrachtet man das junge Subiculum, so sieht man zahlreiche verschieden große Schildchen, die unter den Hyphen sitzen und meist nicht sehr deutlich strahlig gebaut sind. Aus diesen Schildchen entstehen die Perithecien. Vergleicht man Medianschnitte durch gut entwickelte Perithecien der *Armatella* mit solchen von *Meliola corallina*, so bemerkt man eine überraschende Ähnlichkeit beider in der Form und im Aufbau. Während aber bei der *Meliola* die schwarze parenchymatische Perithecien-Membran ringsherum geht und daher auch an der Basis gut entwickelt ist, reicht bei der *Armatella* der Schlauchraum der Perithecien in der Mitte bis fast zur Cuticula, ist daher hier die Perithecienmembran ganz dünn und blaß. *Armatella* ist daher keine Polystomellee, sondern ganz nahe mit den borstenlosen *Meliola*-Arten (*Irene* Th. et Syd. 1917, Ann. myc. XV. Bd. p. 194) verwandt. Die *Armatella Litseae* ist bisher nicht ausgereift gefunden worden. Nach dem Original glaube ich, daß die Sporen schließlich braun und vielleicht mehrzellig sein werden. Dann wäre *Armatella* Th. et Syd. 1915 von *Irene* Th. et Syd. 1917 kaum zu trennen.

Die Microthyriaceen sind durch *Meliolaster clavisporus* (Pat.) v. H., *Amazonia Psychotriae* (P. Henn.) Th. und *Armatella Litseae* (P. H.) Th. et S. auf das engste mit *Meliola*, *Meliolina* und *Irene* verbunden und bilden mit ihnen eine natürliche Gruppe.

Heute stehen diese Gattungen in drei ganz verschiedenen Familien (Polystomelleen, Microthyriaceen und Perisporiaceen), wie aus den Synoptischen Tafeln in Ann. myc. 1917, XV. Bd., von THEISSEN und SYDOW zu ersehen ist.

Man ersieht daraus, wie weit wir heute noch von einem richtigen System der Ascomyceten entfernt sind.

Noch bemerke ich, daß ich in Fragm. Nr. 1085, XXI. Mitt. 1918, das *Dimerosporium Litseae* P. H. auf Grund von ganz unreifen Stücken für eine Microthyriacee erklärt habe, was nach dem oben Gesagten wohl verständlich ist, da die ersten Zustände eines *Meliola*-artigen Pilzes von einer Microthyriacee nicht zu unterscheiden sind.

56. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 12 und 13.

(Mit Tafel XV.)

(Eingegangen am 4. Oktober 1918.)

Nr. 12: Über Riesenkieselkörper im Blatte von Arundo Donax.

Das Vorkommen von hochgradig verkieselten Zellmembranen in der Familie der Gramineen ist eine seit langem bekannte Tatsache[1]). Seit der gründlichen und ausführlichen Arbeit GROBs[2]) wissen wir, daß in der Oberhaut zahlreicher Gramineen auch Kieselkörper sehr verbreitet sind.

Bei der Untersuchung des Blattes von *Arundo Donax* fielen mir Kieselkörper von sehr großen Dimensionen auf, die ich in der Arbeit von GROB nicht behandelt finde und daher kurz schildern will.

Das Blatt dieser im Süden Europas an feuchten Orten der Mittelländer wild vorkommenden und daselbst sowie im spanischen Südamerika vielfach kultivierten Pflanze zeigt folgenden anatomischen Bau: Der Querschnitt läßt eine obere und eine untere Epidermis mit kleinlumigen Zellen und Spaltöffnungen erkennen. Dazwischen liegt das Mesophyll, in dem die Gefäßbündel auffallend regelmäßig nebeneinander gelagert sind. Sie erscheinen von einem Kranz wasserklarer, großlumiger Zellen umgeben, die wohl in erster Linie als Wasserspeicher dienen. Rechts und links davon liegen Streifen von grünem Parenchym und zwischen je zweien dieser zieht wieder von der oberen Epidermis bis tief hinab zu dem subepidermalen grünen Mesophyll ein Streifen großlumiger wasserheller Parenchymzellen. Der oberste Teil dieses farblosen Streifens gehört einer Gruppe von gewöhnlich 5 Epidermiszellen an, die sich von den gewöhnlichen Oberhautzellen durch ihre Größe unterscheiden und nach dem Mittelpunkte dieser Gruppe konvergieren. Fig. 1 K. Die mittlere Zelle dieser Gruppe ist die größte und hat beiläufig die Form eines abgerundeten Dreiecks. Sie ist es, die häufig einen auffallend großen, das ganze Lumen ausfüllenden Kieselkörper K enthält. Fig. 2. Auf dünnen Querschnitten des Blattes erscheinen diese Zellen — im folgenden als Kieselkörperzellen bezeichnet — gewöhnlich leer, weil der Kieselkörper aus der aufgeschnittenen Zelle durch das Messer herausgerissen wird. Werden aber Flächenschnitte oder ganze Blattstücke mit der oberen Epidermis nach oben in konzentrierte Phenollösung gelegt, so findet eine so günstige Aufhellung des Gewebes statt und gleichzeitig heben sich die Kieselkörper durch ihre Lichtbrechung im Phenol so stark ab, daß sie nun deutlich hervortreten. Von oben gesehen zeigen sie die Form eines breiten Schenkelknochens, einer Sanduhr oder eines zackigen oder abgerundeten prismatischen Blockes. Fig. 3 u. 4. Ihre Größe ist sehr bedeutend, sie sind, im Flächenschnitt gesehen 72—108 μ lang, an den Enden 43—100 μ und in ihrer Mitte 11—54 μ breit. Sie gehören demnach zu den größten Kieselkörpern, die im Pflanzenreiche in Zellen beobachtet worden sind und können mit Recht als Riesen-Kieselkörper bezeichnet werden. Konkurrenzfähig in dieser Beziehung sind höchstens die von mir seinerzeit aufgefundenen Kieselkörper in den Prismenzellen des Endokarps der Steinnuß, *Phytelephas*[1]). —

---

[1]) KOHL F. G., Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg 1889.

MOLISCH H., Mikrochemie d. Pflanze. Jena 1913, p. 71.

[2]) GROB A., Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. Bibliotheca botanica, Heft 36. Stuttgart 1896.

Läßt man Blattstücke in Chrom-Schwefelsäure einen Tag liegen, so wird das Gewebe zerstört, die Kieselkörper bleiben nebst den verkieselten Membranen der Oberhautzellen isoliert zurück und ihre Eigenschaften können leicht und bequem beobachtet werden. Fig. 3. Sie sind in organischen und mineralischen Säuren mit Ausnahme der Flußsäure unlöslich.

Werden Blattstücke geglüht, so bleiben schöne Kieselskelette übrig und die beschriebenen Kieselkörper geben sich in unterbrochenen Reihen, gewöhnlich einzeln, zu zweien, seltener zu mehreren beisammen liegend, durch ihre schwärzlich-braune Farbe und durch ihre bedeutende Größe schon bei schwachen Vergrößerungen zu erkennen. Fig. 4. Blattstücke geben ohne Zusatz geglüht oft eine schwärzliche, mit konzentrierter Salpetersäure aber eine ziemlich weiße Asche.

Außer diesen großen Kieselkörpern finden sich im *Arundo*-Blatt über den subepidermalen Bastbündeln liegende Reihen von kleinen Kieselkörpern, wie sie für viele Gramineenblätter charakteristisch und auch schon beschrieben worden sind.[2]) Ihre Form ist von oben gesehen sanduhr- und im Querschnitt des Blattes beobachtet sattelförmig. S. Fig. 4 s. Hierher gehören auch die Kieselkörper, die bei *Bambusa stricta* und anderen *Bambusa*-Arten in Epidermiszellen vorkommen. Es finden sich hier über den parallel verlaufenden Strängen Oberhautzellen von zweierlei Art: langgestreckte mit welliger Kontur und kurze mit je einem die Zelle vollends ausfüllenden, einer Sanduhr ähnlichen Kieselkörper. Diese bilden über den Strängen auf der Uunterseite des Blattes je nach der Breite des Stranges 1—4 unterbrochene Reihen, die sich im Phenol mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit abheben. Bis zu einem gewissen Grade ähneln sie in der Form den Kieselkörpern von *Arundo*, in der Größe aber können sie sich mit diesen keineswegs messen; denn sie sind durchschnittlich nur 18—21 μ breit und 5—10 μ hoch.

---

[1]) MOLISCH H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, p. 75.

[2]) GROB, A., l. c.

Nicht unerwähnt bleibe die Tatsache, daß bei *Bambusa stricta* — und dies ist bei einer Graminee ein nicht gewöhnlicher Fall — auch Kristalle einer Kalkverbindung auftreten. Die zwischen den längsverlaufenden Blattnerven liegenden Gruppen von Wasserzellen, die ich vorhin bei *Arundo* beschrieben habe und von denen die mittlere größte bei *Arundo* häufig den großen Kieselkörper führt, finden sich auch bei *Bambusa*, aber sie enthalten keine Kieselkörper, sondern anstatt dieser die erwähnten Kalkkristalle. Diese haben eine prismen-, rauten-, stäbchen-, nadel-, spindel-, kugel- oder drusenartige Form und finden sich auch in den Epidermiszellen über den Blattnerven, hier aber gewöhnlich nur einzeln oder zu zweien. Mit Schwefelsäure geben sie Gipskristalle, es handelt sich also um ein Kalksalz, möglicherweise um oxalsauren Kalk.

WIELER[1]) hat Kieselkörper auch in der Epidermis des Zuckerrohrs genau beschrieben, gibt solche auch für *Bambusa* und *Zea mais* an, und wenn er die Bemerkung macht, daß in Kieselzellen vorkommende Kieselkörper unter den Gräsern eine viel weitere Verbreitung haben dürften, so hat dies die Arbeit von GROB vollends bestätigt. Meiner Meinung wäre es überhaupt eine dankbare Aufgabe, der Verbreitung der Kieselkörper sowie der Histologie und Entwicklung der sie enthaltenden Zellen nachzugehen, hier gilt es noch manches festzustellen. Fragen wie die: Sind solche Zellen, die von einem Kieselkörper erfüllt sind, lebend? Haben sie noch Kern und Protoplasma? sind vorläufig noch nicht beantwortet.

---

1) WIELER, A., Beiträge zur Anatomie des Stockes von *Saccharum*. Beitr. z. wissensch. Botanik, herausgegeben von FÜNFSTÜCK. Bd. II (1898), p. 145—151.

Nr. 13: Über das Verhalten der Zystolithen gegen Silber- und andere Metallsalze.

In einer vor kurzem der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien übergebenen Abhandlung[1]) habe ich gezeigt, daß die lebenden Chlorophyllkörner der meisten Pflanzen das auffallende Vermögen haben, salpetersaures und schwefelsaures Silber rasch zu reduzieren und sich infolge dessen zu schwärzen. Bei diesen meinen Untersuchungen habe ich gesehen, daß auch die Zystolithen, aber unabhängig vom Leben der Zelle, dieses Verhalten in sehr prägnanter Weise zeigen[2]).

Urtica. Wenn man einen Zystolithen führenden Flächenschnitt durch das Blatt der Brennessel, *Urtica urens* in eine 1 prozentige Silbernitratlösung einbettet, mit einem Deckglas bedeckt und im Finstern liegen läßt, so kann man schon nach wenigen Minuten die Schwärzung der Chlorophyllkörner und alsbald auch die Schwärzung der kugeligen, an ihrer Oberfläche rauh erscheinenden Zystolithen beobachten. Dasselbe gelingt mit schwefelsaurem und milchsaurem Silber. Die am Rande des Schnittes liegenden Zystolithen, die dem Silbersalz am leichtesten zugänglich sind, färben sich zuerst, die mehr in der Mitte befindlichen später. Ungemein instruktive Präparate erhält man, wenn man das *Urtica*-Blatt zunächst so behandelt, wie für die SACHS'sche Jodprobe: wenn man es zuerst im destillierten Wasser rasch abbrüht, dann in heißem Alkohol vom Chlorophyll befreit, in Wasser auswäscht, das nunmehr schneeweiße Blatt in eine 1 proz. Silbernitratlösung für mehrere Stunden bis 1 Tag im Finstern einlegt, dann in Wasser sorgfältig auswäscht und schließlich in Glyzerin einbettet. — Schon mit der Lupe betrachtet, erscheinen die Zystolithen als schwarze Punkte, mit denen das ganze Blatt wie übersät ist. Auch die Brennhaare und die anderen Haare zeigen sich gebräunt oder geschwärzt, während der übrige Teil des Blattes ziemlich hell erscheint, darunter auch die Chlorophyllkörner, da diese nur im lebenden Zustande das Silbersalz reduzieren, im toten aber nicht. Bei der mikroskopischen Beobachtung läßt sich leicht erkennen, daß die zahllosen schwarzen Punkte, die schon mit der Lupe gesehen werden, den Zystolithen angehören. Auf die vorhin erwähnte Schwärzung der Haare und auf die der Spaltöffnungen wird später noch zurückzukommen sein.

---

[1]) MOLISCH H., Das Chlorophyllkorn als Reduktionsorgan. Sitzber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. i. Wien. Mathem.-naturw. Kl. Abt. I, 1918.

[2]) Ob die Schwärzung der Zystolithen auf der Abscheidung von Silberoxyd oder metallischem Silber beruht, wurde nicht untersucht.

Urtica dioica. Die Zystolithen dieser Art sind im Gegensatze zu *U. urens* nicht kugelig, sondern wurst- oder kurz wurmförmig Auch sie schwärzen sich ebenso wie die Haare. Fig. 5.

Boehmeria polystachya, B. biloba und *B. Hamiltoniana* und *Pellionia Daveauana* verhalten sich bezüglich der Zystolithen ebenso Hervorheben möchte ich, daß man die kugeligen Zystolithen der *Boehmeria Hamiltoniana hort.* schon mit freiem Auge bei durchfallendem Lichte als helle Punkte im frischen Blatte sehen kann. Natürlich noch besser mit der Lupe.

Ficus-Arten (*Ficus elastica, F. repens*), *Humulus Lupulus, Parietaria officinalis, Celtis australis, Broussonetia papyrifera* reduzieren mit den Zystolithen die erwähnten Silbersalze gleichfalls Ebenso die von *Eranthemum, Goldfussia, Ruellia* und *Klugia,* mit einem Worte: alle Zystolithen, die untersucht wurden, mochten sie den *Urticales,* den Acanthaceen oder anderen Familien angehören, reduzieren salpetersaures, schwefelsaures und milchsaures Silber schon im Finstern so stark, daß sie sich nach einiger Zeit intensiv schwärzen

Welcher Stoff der Zystolithen verursacht diese Reduktion?

Die Zystolithen stellen bekanntlich exzentrische Wandverdickungen dar, die aus Zellulose bestehen und mit kohlensaurem Kalk und mitunter auch mit Kieselsäure inkrustiert sind. Die Zellulose und die Kieselsäure kam dabei von vornherein nicht in Betracht, wohl aber der kohlensaure Kalk. Es hat sich nun, wie die folgenden Tatsachen beweisen, wirklich herausgestellt, daß das Kalkkarbonat die Silberreduktion hervorruft.

1. Zeigten die Zystolithen nur dann die Schwärzung, so lange sie noch kohlensauren Kalk enthalten. Wird dieser durch Einlegen der Blätter in 10 prozentige Salzsäure weggeschafft, dann bleibt bei nachheriger Behandlung der Zystolithen führenden Gewebe mit Silbernitrat die Silberabscheidung aus.

2. Seinerzeit wurde von mir[1]) gezeigt, daß im Marke von *Goldfussia isophylla, G. glomerata* und *Ruellia ochroleuca* auch kalkfreie Zystolithen vorkommen. Werden diese mit dem Silbersalz behandelt, so schwärzen sie sich nicht, während die im selben Internodium liegenden normalen, mit Kalkkarbonat inkrustierten Zystolithen die Silberreduktion prompt durchführen.

---

[1]) MOLISCH H., Über kalkfreie Zystolithen. Österr. botan. Zeitschr 1882, Nr. 11.

3. Wird chemisch reines Kalkkarbonat mit salpetersaurem Silber im Finstern geschwärzt. Wenn die Schwärzung langsamer eintritt als bei den Zystolithen, so mag dies in der Art der Verteilung des Kalkes innerhalb der Zystolithen begründet oder es mögen vielleicht noch andere Stoffe an der Silberabscheidung beteiligt sein. — Wenn kohlensaurer Kalk sich unter anderem so leicht durch die genannten Silbersalze zu erkennen gibt, dann müßte auch dort, wo man, abgesehen von Zystolithen, Kalkkarbonat im Pflanzenreiche nachgewiesen hat, Schwärzung mit Silbernitrat eintreten. In der Tat zeigen viele Haare, die mit kohlensaurem Kalk inkrustiert sind, Schwärzung, z. B. die Brennhaare von *Urtica dioica* und *U. urens* und zwar in der Membran und im Inhalt. Die verkalkten Haare des Hopfens sind oft an der Basis mit einem Wall von Zellen kranzförmig umgeben, die kohlensauren Kalk enthalten. Wo sich dieser vorfindet, findet mit salpetersaurem Silber Schwärzung statt und dasselbe gilt auch von den Haaren der Cucurbitaceen, Borragineen und gewisser *Cruciferen.* —

Nach dem Gesagten darf es nicht überraschen, daß die auf verschiedenen Algen und höheren, submers lebenden Wasserpflanzen infolge der Kohlensäure-Assimilation abgeschiedenen Konkremente, Schüppchen und Krusten von kohlensaurem Kalk sich mit Silbernitrat im Finstern nach längerer Zeit ebenfalls schwärzen.

Ausdrücklich sei betont, daß selbstverständlich aus einer Schwärzung mit Silbersalzen nicht ohne weiteres folgt, daß sie von Kalkkarbonat herrührt, da ja die verschiedensten Substanzen Silberreduktion hervorrufen können; wenn aber noch auf anderer Weise kohlensaurer Kalk nachgewiesen oder wahrscheinlich gemacht wurde, so kann die Silberreaktion noch zur Stütze herangezogen werden. Oder man kann in der Schwärzung einen Fingerzeig erblicken, daß Kalkkarbonat vielleicht vorhanden ist. So finde ich häufig die Schließzellen nach Entfernung des Chlorophylls aus dem Blatte durch Silbernitrat geschwärzt. Die Schließzellen verschiedener Pflanzen (*Klugia, Broussonetia, Deutzia*) erscheinen nach Behandlung mit Silbernitrat schwarz oder schwarzbraun gefärbt oder fein schwarz punktiert und zwar so dicht, daß sie sich von der farblosen oder helleren Umgebung durch ihre schwarze Färbung scharf abheben. Nach Einwirkung verdünnter Salzsäure zeigen die Schließzellen diese Reaktion nicht mehr, möglicherweise weil der kohlensaure Kalk, der die Schwärzung vielleicht hervorruft, weggelöst wurde. Wie dem auch sei, ob die Schwärzung der Schließzellen vom Kalkkarbonat oder von einer anderen Substanz herrührt, jedenfalls geht auch aus dieser Beobachtung hervor, daß der Chemismus der Spaltöffnungen oft ein ganz anderer ist als in den übrigen Epidermiszellen, wie dies ja einer meiner Schüler für zahlreiche andere Fälle dargetan hat¹).

Über die Funktion der Zystolithen sind zwar verschiedene Vermutungen geäußert worden, doch ist darüber Sicheres nicht bekannt. Daher läßt sich auch sehr schwer sagen, ob ihr Reduktionsvermögen der Silbersalze mit ihrer Funktion zusammenhängt. —

In meiner Arbeit über Pseudoindikan²) habe ich unter anderm auch zeigen können, daß die Zystolithen bei längerer Berührung mit Eisenvitriollösung sich rostrot färben. Diese Farbe ist auf die Fällung von Eisenoxydhydrat zurückzuführen, die durch die alkalische Reaktion des den Zystolithen inkrustierenden kohlensauren Kalkes verursacht wird.

Äußerst instruktive Präparate erhält man, wenn man das Blatt der Brennessel mit Alkohol von Chlorophyll befreit und dann das reinweiße Blatt in sehr verdünnter Eisenvitriollösung einen Tag liegen läßt. Bei Betrachtung mit der Lupe erscheinen die Zystolithen tief rostrot, bei Besichtigung mit dem Mikroskope kommt die rostrote Farbe besonders im auffallenden Lichte zur Geltung.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Zystolith zuerst Eisenoxydulhydrat niederschlägt, das aber in Berührung mit Luft sofort in braunes Eisenoxydhydrat übergeht. —

Verwendet man bei dem eben geschilderten Versuch anstatt Eisenvitriol ein Kobaltsalz, z. B. Kobaltchlorid oder Kobaltsulfat, so findet ein analoger chemischer Prozeß im Zystolithen statt, und diese färben sich dabei lila oder rosarot.

In Nickelsulfatlösung werden sie nach mehreren Tagen blaßgrün, doch ist die Färbung wegen der hellgrünen Farbe des Nickelhydroxyds sehr schwach.

In Goldchloridlösung nehmen die Zystolithen eine rotviolette Farbe an, wahrscheinlich weil Aurohydroxyd niedergeschlagen wird.

Die Rotfärbung mit Kobaltsalzen ist nicht immer sehr deutlich, das auf und im Zystolithen niedergeschlagene Kobalt kann jedoch sehr deutlich gemacht werden, wenn man das Blatt nach 24 stündiger Behandlung mit den genannten Kobaltsalzen für kurze Zeit in 10 pro-

---

1) HAMORAK N., Beitr. z. Mikrochemie des Spaltöffnungsapparates. Sitzber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Kl. Abt. I 124. Bd. (1915). p. 447.

2) MOLISCH, H., Botanische Beobachtungen auf Java. IV. Abhandlung Über Pseudoindikan usw. Sitzber. d. Kais. Akademie d. Wissensch. i. Wien Bd. CVIII. Abt. I. 1899, p. 479.

zentige Kalilauge einlegt. Die Farbe wird dann viel intensiver und zwar tiefviolett, um nach einiger Zeit wieder zu verblassen.

Auffallender Weise färbt sich z. B. bei *Bryonia* der Inhalt der Schließzellen grün oder blaugrün, aus mir vorläufig unbekannten Gründen.

Zusammenfassung.

1. Alle untersuchten Zystolithen haben die Fähigkeit, salpetersaures und schwefelsaures Silber so stark zu reduzieren, daß sie sich nach kurzer Zeit schwarz färben. Auf diese Weise kann die Verteilung der Zystolithen im Blatte schon bei schwacher Vergrößerung sehr deutlich sichtbar gemacht werden.
2. Die Ursache der Silberabscheidung ist der die Zystolithen inkrustierende kohlensaure Kalk.
3. Die Reduktion der Silbersalze durch Kalkkarbonat kann dazu herangezogen werden, um den mikrochemischen Nachweis des kohlensauren Kalkes in der Pflanze zu stützen.
4. Die Zystolithen verhalten sich auch anderen Metallsalzen gegenüber sehr auffallend. So färben sie sich in Goldchlorid rot bis blau-violett, in Eisenvitriol rostrot, in Nickelsulfat blaßgrün, und in Kobaltchlorid und Kobaltsulfat lila oder rosarot.

Verursacht werden diese Färbungen durch das Niederschlagen der entsprechenden Hydroxyde, durch den alkalisch reagierenden kohlensauren Kalk des Zystolithen.

Erklärung der Tafel XV.

Die Fig. 1—4 beziehen sich auf das Blatt von *Arundo Donax.*

Fig. 1. Stück eines Querschnittes der Blattspreite. Oben 2 Gruppen von je 5 größeren Epidermiszellen, deren mittlere von Kieselsäure K erfüllt ist. Vgr. etwa 50.

Fig. 2. Die Gruppe der 5 Epidermiszellen. Die mittlere ist von dem Kieselkörper K ganz ausgefüllt. Vgr. etwa 300.

Fig. 3. Drei durch Chrom-Schwefelsäure isolierte Kieselkörper. Vgr. etwa 300.

Fig. 4. Eine kleine Partie der Blattasche mit den großen Kieselkörpern K und den kleinen Kieselkörpern s. Vgr. etwa 60.

Fig. 5. *Urtica dioica.* Blattspitze, vom Chlorophyll mit Alkohol befreit und dann in 1% Ag. NO_3-Lösung bei Abschluß von Licht eingelegt. Die Zystolithen z färben sich schwarz. Die gleichzeitig erfolgende Schwärzung der Haare wurde nicht eingezeichnet. Vgr. etwa 50.

Fig. 6. *Urtica urens.* Eine zystolithenführende Zelle, behandelt wie in Fig. 5 Der Zystolith erscheint kohlschwarz. Vgr. etwa 300.

57. Ernst G. Pringsheim: Die Kultur der Desmidiaceen.

(Vorläufige Mitteilung)

(Eingegangen am 20. August 1918.)

Im Jahre 1912 habe ich einige Versuche über die Kultur von Algen veröffentlicht[1]), durch die unter anderm gezeigt wurde, daß einige Arten von Desmidiaceen und eine Mesotaeniacee auf Agar, Kieselgallerte oder in Nährsalzlösungen zu wachsen vermögen. Diese noch sehr lückenhaften Ergebnisse wurden mit Hilfe der inzwischen an anderen Organismen erprobten Methoden in den folgenden Jahren ergänzt. Da der Abschluß der Arbeit ins Ungewisse hinausgeschoben werden mußte, sollen hier einige Erfahrungen mitgeteilt werden.

Es liegen Versuche mit 12 Desmidiaceen- und 4 Mesotaeniaceenarten vor, die sich in den Hauptpunkten alle gleichartig verhalten. Sie wurden meist in folgender Weise in Speziesreinkultur gewonnen: Von dem frischen Ursprungsmaterial, das teils aus dem Freilandbecken des botanischen Gartens in Halle, teils aus Tümpeln der Umgebung, teils von Moos aus dem Ilsetaal im Harz stammte, wurde eine größere Anzahl von Exemplaren mit feinen Pipetten unter dem Mikroskop in sterile Wassertropfen übertragen. Um sie einigermaßen zu reinigen, wurde dieses Verfahren mehrmals wiederholt, wie das auch ANDREESEN[2]) getan hat. Schließlich wurden sie in etwas sterilem Wasser aufgeschwemmt auf Kieselplatten aufgegossen, wo sie sich bald festsetzten, so daß der größte Teil des überschüssigen Wassers abgegossen werden konnte.

Der Kieselsäurenährboden wurde in der früher[3]) geschilderten Weise hergestellt und nach dem Auswaschen mit einer Nährlösung

---

1) E. G. PRINGSHEIM, Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. I. Die Kultur von Algen in Agar. Beitr. zur Biologie d Pflanz. Bd. 11, 1912 S. 305.

2) A. ANDREESEN, Beiträge zur Kenntnis der Physiologie der Desmidiaceen. Flora, Bd. 99 und Diss. Halle, 1909; S. 3.

3) E. G. PRINGSHEIM, Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. III. Zur Physiologie der Schizophyceen. Beitr. zur Biologie d. Pflanz. Bd. 12, 1913, S. 57 f.

von 0,1 % KNO_3, 0,02 % K_2HPO_4 und 0,02 % $MgSO_4$ in destilliertem Wasser übergossen. Nach einigen Stunden wurde die Flüssigkeit abgegossen und die Schalen im Dampftopf sterilisiert. Schon nach wenigen Tagen hatten sich alle Arten, die in Kultur genommen wurden, ein- oder mehrere Male geteilt. Die größeren bildeten dabei durch Gallertabscheidung deutlich erhabene Kolonien. Wenn dann nach etwa zwei Wochen die nie ganz fehlenden kleinen Grünalgen, Diatomeen und Cyanophyceen sich deutlich genug entwickelt hatten, konnte von den reinsten Stellen unter dem Mikroskop mit der Platinnadel in Nährlösungen oder auf neue Kieselplatten übergeimpft werden. Meist mußte die Übertragung aus flüssigem auf festen Nährboden allerdings mehrmals wiederholt werden, da selbst scheinbar reine Kolonien sich später doch noch als durch fremde Algen verunreinigt erwiesen.

Die auf die geschilderte Art isolierten Arten sind die folgenden[1]:

1. *Cosmarium Meneghinii* Bréb. 2. *Cosmarium laeve* Rabenhorst. 3. *Cosmarium Subcucumis* Schmidle. 4. *Cosmarium Botrytis* Menegh. 5. *Cosmarium turgidum* Bréb. 6. *Netrium digitus* Itzigs u. Rothe. 7. *Pleurotaenium Trabecula* Naeg. 8. *Staurastrum minutissimum* Reinsch. 9. *Closterium acerosum* Ehrl. 10. *Closterium strigosum* Bréb. (?) 11. *Closterium moniliferum* Bory. 12. *Closterium Leibleinii* Kütz. 13. *Mesotaenium Endlicherianum* Naeg. 14. *Mesotaenium caldariorum* (Lagerh.) Hansgirg. 15. *Cylindrocystis Brébissonii* Menegh. 16. *Cylindrocystis crassa* De By.

Manche der genannten Arten, besonders die kleineren *Cosmarium*arten 1—3, sowie die Mesotaenien wuchsen sehr üppig auf der Kieselgallerte und bedeckten sie bald mit einer zusammenhängenden, frischgrünen Schicht. Für die Flüssigkeitskulturen wurde anfangs Erdeabkochung, später reine Nährsalzlösungen verwendet. Dabei ist die Hauptbedingung die Reinheit des Wassers, das aus Glasgefäßen umdestilliert werden muß. Der Vernachlässigung dieses Punktes hat ANDREESEN offenbar seine Mißerfolge mit mineralischen Nährlösungen zu verdanken. In dem gewöhnlichen destillierten Wasser, das das Botanische Institut in Halle noch aus derselben Quelle zu beziehen scheint, wie zur Zeit des genannten Autors, gehen freilich alle Desmidiaceen in wenigen Tagen zugrunde, falls nicht, wie in den von ihm bevorzugten Nährlösungen mit organischen Stoffen die Schwermetallspuren durch Bakterien oder dergl. gebunden werden. Eine zweite Bedingung für das Gedeihen der Conjugaten ist neutrale oder schwach basische Reaktion, wie das auch Andreesen[1]) angibt. Schließlich darf die Konzentration der Nährlösung nicht zu hoch sein. Im allgemeinen ist 0,1 % von $Ca(NO_3)_2$ oder KNO_3 die oberste Grenze für freudiges Gedeihen. Ammonsalze sind weniger günstig. Werden diese Bedingungen aber berücksichtigt, so vermehren sich die meisten Arten in anorganischen Nährlösungen verhältnismäßig leicht zu üppigen Kulturen, die teilweise die Gefäße ganz und gar mit grünen, schleimigen Massen erfüllen. Am schwierigsten erwies sich die Kultur von *Pleurotaenium Trabecula*, die nur in den verdünntesten Nährlösungen von 0,01 und 0,02 % $Ca(NO_3)_2$ und nie zu großer Üppigkeit gedieh, wenn ich auch Hunderte von Individuen aus einer Zelle hervorgehen sah. Eine Closteriumart (*Cl. strigosum*?) bildete in erschöpften Nährlösungen massenhaft Zygoten, die ich nicht zum Auskeimen bringen konnte und ging auf diese Weise verloren, bevor ich sie sicher bestimmt hatte. Bei keiner anderen Desmidiaceenart habe ich bisher Zygoten bemerkt. Dagegen war *Cylindrocystis Brebissonii* leicht und sicher zur Kopulation zu bringen, wenn gut ernährte Zellen in größerer Menge in reines destilliertes Wasser oder N-freie Nährlösung gebracht wurden. In älteren Kulturen, besonders von verdünnter Erdabkochung oder mit Ammoniummagnesiumphosphat, die also stickstoffarm sein dürften, traten Zygoten in großer Menge auch spontan auf. Durch Übertragung in gute frische Nährlösung konnten die Zygoten jederzeit, selbst vor ihrer Reife, zum Auskeimen gebracht werden. Die Schwierigkeiten, von denen Kauffmann[2]) spricht, konnte ich also gerade bei dieser Art nicht finden. Die Verhältnisse scheinen hier recht einfach zu liegen. Hoffentlich bietet sich mir in nicht zu ferner Zeit die Möglichkeit, sie näher zu untersuchen.

---

[1] Die nähere Begründung meiner Bestimmungen soll später gegeben werden. Mehrere Arten stimmten nicht genau mit den Artbeschreibungen überein.

Es ist also bei allen überhaupt zur Verfügung stehenden Arten eine reichliche, z. T. sehr üppige Vermehrung zu erzielen gewesen, und zwar ohne Zufuhr organischer Stoffe. Ob solche eine Förderung des Wachstums hervorrufen oder für andere als die untersuchten Arten notwendig sind, bleibt vorläufig offen. Eine deutliche Verbesserung der Produktion kann dagegen durch Erhöhung der Kohlensäuretension erzielt werden.

Was weiter das Verhältnis zum Kalk anbelangt, so war Calciumnitrat entschieden die beste Stickstoffquelle. Groß kann also die

---

1) a. a. O. S. 6.

2) Hans Kauffmann, Über den Entwickelungsgang von *Cylindrocystis*. Zeitschr. f. Bot., 6. Jahrg. 1914, S. 740 u. 753 ff.

Empfindlichkeit gegen Kalk nicht sein. Das geht noch deutlicher aus Versuchen hervor, in denen gefälltes chemisch reines Calciumkarbonat mit einer Nährlösung übergossen wurde. *Netrium Digitus*, *Cosmarium Botrytis* und *Closterium moniliferum*, die Versuchsalgen, vermehrten sich darin deutlich. Das *Closterium* erhob sich aufrecht über den weißen Schlamm, *Netrium* färbte seine oberste Schicht grünlich und *Cosmarium* drängte ihn durch Schleimbildung beiseite. Ich sehe in diesem Verhalten Anpassungen an das Leben im Schlamm.

Durch Entzug des Calciums konnte ich allerdings mit den zur Verfügung stehenden Mitteln bei den Desmidiaceen keine Herabdrückung der Vermehrung erzielen. Auch Jenaer Kolben geben wohl immer noch genug davon ab. *Mesotaenium* dagegen wuchs ohne Calcium entschieden schlechter.

58. Alexander Lingelsheim: Über das Auftreten von Palisadenparenchym an der Unterseite bifacialer Blätter.

(Eingegangen am 6. September 1918.)

In dem Abschnitt seiner Pathologischen Pflanzenanatomie, Entwicklungsmechanik der pathologischen Gewebe, zählt E. KÜSTER[1]) bei gesonderter Betrachtung der inversen Differenzierungen diejenigen seltenen Fälle auf, bei denen die Lage von Palisaden- und Schwammparenchym im Mesophyll des Blattes vertauscht ist und führt die von M. RACIBORSKI studierte Krupukkrankheit des Tabaks[2]), sowie die Untersuchung von F. LILIENFELD[3]) über *Corylus Avellana f. laciniata* an. In des Letzteren Arbeit wird hervorgehoben, daß beide Fälle vereinzelt stehen, was besonders für die nur an einem Exemplar von *Corylus* beobachtete Heterotopie gilt.

Im Sommer 1917 fand ich die gleiche Erscheinung an der zerschlitzt-blättrigen Form der Hasel im hiesigen Königl. Botanischen Garten und zwar an allen daraufhin untersuchten Blättern, so daß ich von meiner ursprünglichen Annahme, es handle sich um eine Gallbildung, abkam. Tatsächlich ist die Aehnlichkeit mit einer Milbengalle sehr groß; die knorpelige, unregelmäßige Verdickung der Blattränder neben den zahlreichen kleinen Pusteln der Unterseite erinnern lebhaft an gewisse Vorstadien der von mir[1]) näher beschriebenen Milbengalle auf *Aruncus*. Nach den Studien LILIENFELDS unterliegt es jedoch kaum einem Zweifel, daß die Anomalien aus unbekannten, inneren Ursachen entspringen, da ihre Anzeichen bereits in jüngsten Stadien vor der Knospenentfaltung sichtbar werden.

---

[1]) KÜSTER, Pathol. Pflanzenanatomie Jena (1916) 351.

[2]) Literatur bei KÜSTER l. c.

[3]) LILIENFELD, Über eine Anomalie des Blattgewebes bei *Nicotiana Tabacum* und *Corylus Avellana* var. *laciniata* in Bull. Acad. Sc. Cracovie Cl. math. nat. 1910 (1911) 714 f. 2—4.

Die Wahrnehmung, daß alle geprüften Spreiten unserer *Corylus*-Pflanze von der Deformierung, wenn auch in verschieden hohem Grade, betroffen waren, veranlaßte die Durchsicht der im Herbarium des Botanischen Museums befindlichen Exsikkaten. Das auffallende Ergebnis war: alle aus den verschiedensten Quellen stammenden, schlitzblättrigen *Corylus Avellana*-Formen weisen jene Erscheinung in mehr oder minder ausgesprochenem Maße auf.

Die Pustelbildung zeigt ferner eine immer verfolgbare Hauptlokalisierung, einmal auf dem Blattrand, dann aber auf die zwischen den Seitennerven ersten Grades befindliche mittelste Zone des Blattes, sie erstreckt sich hier keilförmig von dem basalen Teil des Blattausschnitts gegen den Mittelnerven hin, dessen unmittelbare Nähe meidend. Keinesfalls sind die Höcker über die Blattfläche gänzlich regellos zerstreut, wie man aus einer Angabe bei LILIENFELD[2]) schließen könnte. Die Blätter der Stammart unserer Varietät sind nach meinen Erfahrungen frei von der abnormen Bildung.

Aus Obigem darf wohl gefolgert werden, daß diese abnorme Blattstruktur für *Corylus Avellana* L. *f. laciniata* Hort.[3]) eine bezeichnende Eigenschaft, zum mindesten aber eine ganz allgemein verbreitete Erscheinung ist, was sonderbarerweise Dendrologen und Monographen entgangen ist.

Dieser Befund gab den Anstoß zur Prüfung anderer Kulturformen mit laciniater Beblätterung, die zu der Feststellung führte, daß auch bei weiteren derartigen Spielarten entsprechende oder sehr ähnliche Deformationen aufzutreten pflegen.

---

1) **LINGELSHEIM**, Interkostale Doppelspreitenanlagen bei *Aruncus silvester* L. in Centralbl. f. Bakteriol. u. Parasitenk. II. Abt. XXXXV (1916) 301.

2) **LILIENFELD** l. c. 716.

3) Nomenklatur der behandelten Betulaceen nach H. **WINKLER** in Pflanzenreich IV 61 (1904).

Das gilt zunächst für die Gattung *Alnus*.[1]) Das Blatt von *Alnus glutinosa* (L.) Gärtn. f. *laciniata* Willd. und f. *imperialis* Desfossé besitzt im Gegensatz zur Stammart einen unregelmäßig gewellten, nach unten knorpelig verdickten Rand und in vielen Fällen eine mehr geschlossene, schmale, vor dem Mittelnerven verlöschende Zone dunkelgrüner, wellig verbogener oder netzig verlaufender Leistchen mitten zwischen den Seitennerven erster Ordnung. Manchmal tritt bei Lupenbetrachtung eine zwischen den Hervorragungen parallel zu den Sekundärnerven streichende, dünne und hellere Blattpartie hervor. Vereinzelt liegende Herde von Intumescenzen sind vorhanden, aber selten, sie erscheinen alsdann auf dem mittelsten Spreitenteil zwischen den Seitennerven. Die Stammart, auch deren Gartenformen mit nur mäßig gegliederter Blattspreite f. *incisa* Willd., f. *quercifolia* Willd., f. *sorbifolia* Dippel ermangeln der Anomalie, deren anatomischer Aufbau gleichfalls in die Kategorie der inversen Differenzierungen gehört, mit der Einschränkung, daß die Anlage eines typischen Hypoderms, wie es bei der Schwarzerle auftritt, bei den Neubildungen unterbleibt. Wie R. SCHRAMM neuerdings feststellte, treten Reduktionserscheinungen dieses oberseitigen Gewebes an den Schattenblättern der Schwarzerle auf[2]).

Von den zerschlitztblättrigen Birkenformen ist die als spontan vorkommend angesprochene *Betula verrucosa* Ehrh. f. *dalecarlica* L. besonders bekannt. Die mir zu Gesicht gekommenen Stücke lassen auf den ersten Blick nichts Ungewöhnliches an der Blattfläche erkennen, bei näherer Betrachtung findet man aber auf vielen Spreiten streckenweise dieselbe knorpelig-wulstige, Palisaden führende Verbildung des Randes nach unten zu, wie bei der Erlenform, dagegen keinerlei abnorme Gewebe auf der Lamina selbst. *Betula verrucosa* Ehr. f. *lobulata* Anders. (Kulturform) mit viel weniger tief eingeschnittenen Blättern war normal wie die übrigen geprüften Specimina der Stammart.

Von den Fagaceen liefern die Gattungen *Fagus* und *Quercus* in ihren Kulturformen mit geteilten Blättern Material, an welchem dieselben Eigentümlichkeiten studiert werden können, wie bei den entsprechenden Formen der Betulaceen.

---

[1]) *Carpinus Betulus* L. f. *incisa* Ait. mit verhältnismäßig wenig tief gegliederter Blattfläche zeigt an derselben keine pathologischen Veränderungen geschilderter Art.

[2]) SCHRAMM, Über die anatomischen Jugendformen der Blätter einheimischer Holzpflanzen, in Flora N. F. IV (1912) 249.

Die Spreiten der Rotbuchenformen f. *asplenifolia* Lodd.[1]) und f. *heterophylla* Lodd. tragen oft unterseits sowohl isolierte, als auch vom Blattrand kommende, zusammenfließende, dunkelgrüne, wulstige Intumescenzen zwischen den Sekundärnerven, dabei ist der Blattrand in seinem ganzen Verlauf, oder wenigstens an der Basis des Ausschnitts, unregelmäßig wellig verbogen und knorpelig nach unten aufgetrieben. Anatomisch betrachtet liegt auch hier typische Heterotopie vor, indem die dunkleren Hervorragungen Palisadengewebe führen.

Fagus sylvatica L. f. *asplenifolia* Lodd. pflegt an Endtrieben schmale, oft nur wenige Millimeter breite, bis 10 cm lange Blätter mit stark höckerigem Rande zu erzeugen. Das gleiche Bild bieten die etwas kürzeren seitlichen und endständigen Blattlappen von *Quercus pedunculata* Ehrh. f. *pectinata* P. et K., nur viel stärker ausgesprochen, dar, doch kommt es hier nur sehr selten zur Entwicklung jener von den Randverbildungen unabhängigen Protuberanzen. Anscheinend treten solche nur auf, wenn ein genügender Abstand zwischen dem Mediannerven und der Basalpartie der Ausbuchtung des Blattes vorhanden ist. Alle diese Mißbildungen zeigen durch Ausgliederung von Palisadengewebe Umkehr von Ober- und Unterseite. Manchen Formen der Stieleiche mit laciniaten Blättern scheinen abnorme Bildungen besprochener Art zu fehlen, z. B. f. *heterophylla* Loud.

Die mir zurzeit zugänglichen Gartenformen mit geschlitzten Spreiten aus Gattungen anderer Verwandschaftskreise, wie von *Juglans, Ulmus, Prunus, Crataegus, Rubus, Tilia, Fraxinus* usw. zeigen keine Spur der besprochenen Abweichungen. Es scheint sich demnach um eine auf die Reihe der *Fagales* beschränkte und deshalb umso bemerkenswertere Eigentümlichkeit zu handeln.

Man gewinnt bei einem Überblick den Eindruck, als ob die starke Reduktion an assimilierendem Gewebe, welche ihre Ursache in der Entwicklung nur schmaler Blattsäume bei großen Ausschnitten findet, hier zwangsweise durch Übergreifen des Blattrandes und durch Bildung flächenvergrößernder Intumescenzen ausgeglichen werden sollte.

Über die jene Umbildung bewirkenden Ursachen ist nichts bekannt, nur soviel darf aus meinen Beobachtungen gefolgert

---

1) Nomenklatur nach C. K. SCHNEIDER Handb. Laubholzkunde I. Jena 1906.

werden, daß gerade bei den Formen aus der Reihe der *Fagales*1) eine deutlich bemerkbare Neigung zu solchen Bildungsabweichungen besteht, die bei den Betulaceen besonders der Gattung *Corylus*, innerhalb der Fagaceen der Gattung *Fagus*, in absteigend schwächerem Maße auch den Gattungen *Alnus*, *Betula* und *Quercus* innewohnt.

An diese Feststellungen anschließend möchte ich hier noch eine Erscheinung beschreiben, welche die bei uns häufig kultivierte Abietineengattung *Tsuga* betrifft.

Tsuga canadensis Carr. und auch *T. Mertensiana* Carr.2) zeichnen sich dadurch aus, daß sie ihre dem Bauplan nach spiralig angeordneten Nadeln sehr bald horizontal zweizeilig anordnen oder doch in deutliche Scheitelstellung bringen. Die endgültige Lage wird dabei durch Drehung des Blattstiels bewirkt.

Seltsamerweise macht nun eine auf den Zweigen dorsal verlaufende Serie von Nadeln diese Bewegung nicht mit, sondern diese Nadeln bleiben der Achse flach angedrückt, aber in umgekehrter Orientierung, die Unterseite nach oben kehrend, stehen. Diese „Kurznadeln", wie ich sie nennen will, erreichen nur einen Bruchteil an Größe, wie die übrigen — sie werden bei *T. canadensis* etwa 1,5—4 mm lang, 0,5—1,5 mm breit, etwas größer bei *T. Mertensiana* — und besetzen regelmäßig die jüngeren Zweiglein, erlangen aber nur sehr selten das bei *T. canadensis* und *Mertensiana* übliche dreijährige Lebensalter, während zweijährige noch hin und wieder angetroffen werden.

Diese auffällige Erscheinung erfährt in der Literatur nur bei A. EICHLER3) nebenbei kurze Erwähnung, alle mir sonst zu Gesicht gekommenen Abbildungen bringen die zweifache Benadelung der Endtriebe zur Anschauung, ohne daß der diesbezügliche Text irgendwie darauf eingeht. EICHLER (l. c.) gibt in der Gattungsdiagnose von *Tsuga* an, daß bei Scheitelung der Blätter die helle Unterseite stets nach unten gedreht wird, in der Artbeschreibung von *T. canadensis* lautet der Vermerk über die Kurznadeln: „die (Nadeln) an der Oberseite der Zweige kürzer und angedrückt". Die abnorme Orientierung findet hier keine Berücksichtigung. An den

---

1) Bezüglich der laciniaten Spreiten der *Fagales* vgl. LINGELSHEIM in ENGLERS Bot. Jahrb. L (Suppl.) (1914) 609, 610. Hier wird auch der anatomische Bau eines durch Milbeneinwirkung erzeugten Fiederblattes von *Corylus Avellana* mit beiderseitiger „Palisadenschicht" l. c. 607 geschildert, welche im gewissen Sinne als Parallelfall zu dem von LILIENFELD (l. c. 717) in Fig. 3 abgebildeten Stadium betrachtet werden kann.

2) Vgl. dazu BEISSNER, Handb. Nadelholzk. (1909) 84, 91 und f.

3) EICHLER in ENGLER u. PRANTL, Nat. Pflzfam. II. 1 (1889) 80.

Zweigenden macht sich diese Lage leicht bemerkbar, denn hier tritt die weißliche, Spaltöffnungen führende Zone der Unterseite in Gestalt zweier heller Streifen neben der Mittelrippe in starken Gegensatz zu dem dunklen Grün der Oberseite der seitlich inserierten Nadeln, doch gleicht sich dieser Farbenkontrast an besser belichteten Zweigen mehr und mehr aus. Unter dem Einfluß stärkerer Belichtung verliert sich an den Kurznadeln der Mattglanz der unterseitigen Epidermis, ihre hellen Wachsstreifen verschwinden, die ganze Fläche wird lebhaft glänzend-grün.

In ihrem anatomischen Bau weisen die in ihrem Äußeren geschilderten Kurznadeln wesentliche Verschiedenheiten gegenüber den anderen Nadeln auf. Die durch Scheitelung in einer gewissen „fixen Lichtlage" gehaltenen, sehr flachen Nadeln gehören nach der Entwickelung ihres Mesophylls dem bifacialen Typus an, wie bereits F. THOMAS[1]), C. L. BERTRAND[2]) und A. MAHLERT[3]) feststellten. Schon das Gesamtquerschnittsbild einer Kurznadel zeigt, wie das Verhältnis von Blattdicke und Blattbreite verschoben ist, etwa 1 : 4 bei der Kurznadel gegen 1 : 7 bei der gewöhnlichen Dieser Verschiebung liegt wohl das anatomische Charakteristikum der Kurznadel zugrunde, welches in der Wachstumsförderung der über der unteren Epidermis liegenden Zellschicht besteht. Die Elemente letzterer sind nicht mehr kurz und breit kegelig, wie bei der normalen Seitennadel, sondern zu längeren, schlauchartig gestreckten Zellen ausgewachsen, die man nicht anders als Palisaden bezeichnen kann. Die gescheitelten Nadeln besitzen ein Palisadenparenchym von etwa 60 μ Stärke und eine unterseitige supepidermale Zellage von etwa 30 μ Dicke. Bei der Kurznadel hingegen sind beide Schichten fast gleich stark (60 μ) ausgebildet. Der Eindruck isolateraler Blattstruktur wird verstärkt durch das ziemlich gleichbleibende Längenmaß der unteren Palissadenzellen auch über den Stomata führenden Stellen. Im übrigen wird dabei in der Anordnung der Mesophyllzellen deren Richtung, ganz wie im normalen Blatt, durch den „Zug zum Leitbündel" bestimmt.

Ob die Zwerghaftigkeit der Kurznadel und deren geringe Lebensdauer mit der inneren Ausgestaltung zusammenhängt, ist fraglich, es mögen aber Stoffwechselstörungen, durch die abnorme Zwangslage bedingt, mitsprechen.

Besonders auffällig erscheint die Passivität des Blattstiels, der nur

---

1) **THOMAS** in **PRINGSHEIMS** Jahrb. wiss. Botanik IV (1865/66) 36.

2) **BERTRAND** in Annal. sc. nat. 5. sér. XX. (1874) 78, 88 t. 8 Fig. 2.

3) **MAHLERT** in Bot. Centralbl. XXIV (1885) 185.

selten den Versuch einer Drehung macht, ferner die scharfe Anpressung der Kurznadel an ihre holzige Achse, deren Mittellinie wohl infolge gleichmäßiger Einwirkung der Schwerkraft ziemlich genau ihrer eigenen entspricht.

Wir sehen hier die Natur gewissermaßen einen Versuch anstellen, der einem von FRANK[1]) mitgeteiltem, künstlichem ähnelt, nach welchem die neuerscheinenden Blätter von *Thuja occidentalis* bei zwangsweiser Lagefixierung ihrer Zweige in umgekehrter Orientierung zum Licht auch eine Beeinflussung ihrer Struktur erkennen lassen. Doch fehlen bei *Tsuga* krankhafte Züge keineswegs, was schon in dem Zwergwuchs der Kurznadel und ihrer Hinfälligkeit zum Ausdruck kommt.

59. Wilhelm Nienburg: Über phototropische Krümmungen an längsseitig zum Teil verdunkelten Avena-Koleoptilen.

(Mit 3 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 7. Oktober 1918.)

Zu dem Problem: Ist die Lichtrichtung oder der Lichtabfall das Wesentliche bei der phototropischen Reizung? liegen alte DARWINsche Versuche vor, die den Ausgangspunkt für die hier mitzuteilenden Beobachtungen gegeben haben.

DARWIN hat an etiolierten Keimlingen von *Phalaris* und *Avena* die eine Längshälfte mit Tusche geschwärzt und sie dann so vor ein Fenster gestellt, daß die Grenzlinie zwischen der bemalten und der unbemalten Hälfte dem Licht zugekehrt war. „Das Resultat war, daß sie anstatt sich in einer direkten Linie nach dem Fenster hin zu biegen, vom Fenster weg und nach der nicht bemalten Seite abgelenkt wurden“, und zwar unter einem Winkel von 30°—80° mit der auf das Fenster zuführenden Senkrechten. DARWIN folgert daraus, „daß die Biegung der Kotyledonen nach dem Lichte hin davon abhängt, daß die ganze eine Seite beleuchtet oder daß die ganze entgegengesetzte Seite verdunkelt ist, und nicht davon, daß eine schmale Längszone in der Richtung des

---

[1]) FRANK in Bot. Zeitung XXX (1872) 765.

Lichtes affiziert wird“. „Diese Abbiegung der Kotyledonen vom Fenster“, sagt DARWIN, „ist verständlich, denn die ganze nicht bemalte Seite muß etwas Licht erhalten haben, während die entgegengesetzte bemalte keines erhielt; es wird aber eine schmale Zone auf der nicht bemalten Seite direkt vor dem Fenster das meiste Licht und sämtliche hinteren Partien in verschiedenen Graden immer weniger Licht erhalten haben; und wir können folgern, daß der Ablenkungswinkel die Resultante der Wirkung des Lichtes auf die ganze nicht bemalte Seite ist.“ DARWIN spricht sich also hier für die Auffassung aus, daß der Helligkeitsunterschied auf den beiden Seiten des von einseitigem Licht getroffenen Organs das Wirksame beim phototropischen Reizvorgang ist, worin ihm später hauptsächlich OLTMANNS beistimmte[1]).

Diese Versuche sind in der Literatur mehrfach diskutiert worden, wobei ihnen die Beweiskraft meistens abgesprochen wurde. So sagt FITTING, daß die Methode nicht einwandfrei sei. Er selbst hat auch Versuche mit zur Hälfte verdunkelten *Avena*-Koleoptilen angestellt. Diese waren aber vorher gespalten, so daß der physiologische Zusammenhang zwischen ihnen gestört war. Unter diesen Umständen kann ihr Ergebnis, daß dem DARWINschen zu widersprechen schien, erst recht nicht als beweiskräftig angesehen werden, wie schon NOACK betont hat. JOST schließt sich der FITTINGschen Ansicht an und meint, daß bei der DARWINschen Versuchsanstellung Lichtstrahlen von der beleuchteten zur beschatteten Längshälfte gelangen kann. Von diesem Einwand sagt PRINGSHEIM mit Recht: „Es dürfte aber doch wohl die zerstreute Lichtmenge zu gering sein, als daß sie die durch direkte Bestrahlung hervorgerufene Reizung merklich beeinflussen könnte, falls wirklich die Lichtrichtung das Reizagens wäre.“

Das ist alles, was sich in der deutschen Literatur über die DARWINschen Versuche findet. Dieses geringe Echo schien mir im Mißverhältnis zu ihrer Bedeutung zu stehen. Ich nahm mir deshalb vor, sie in etwas exakterer Form zu wiederholen. Erst nach Abschluß meiner Beobachtungen erfuhr ich, daß schon MAST die DARWINschen Versuche nachgeprüft hat. MAST hat mit Hilfe eines Apparates, der in der Wirkung den OLTMANNSschen Tuschekeilen ähnlich war, paralleles aber von hell zu dunkel abgestuftes Licht auf Keimlinge von *Zea Mays* fallen lassen. Diese krümmten sich dann nicht in der Richtung des einfallenden Lichtes, sondern nach dem Teile des Lichtbündels, in dem die Beleuchtungsstärke am größten war. Fiel das Licht dabei nur von einer Seite ein, so bildete die Krümmungsebene mit der Lichtrichtung einen Winkel von etwa 45°, wurden die Keimlinge durch zwei Lichtbündel gereizt, die von entgegengesetzten Seiten einfielen, so krümmten sie sich senkrecht zur Richtung der Strahlen nach dem helleren Teile des Lichtbündels. MAST zieht hieraus dieselbe Folgerung wie DARWIN, daß nicht die Richtungs-, sondern die Intensitätsunterschiede von der Pflanze perzipiert würden.

---

[1]) Eine ausführliche Diskussion der älteren Literatur findet sich bei NOACK.

Unter diesen Umständen könnte es überflüssig erscheinen, über diese Dinge noch weitere Versuche zu veröffentlichen, wenn nicht einerseits die Ergebnisse von MAST bei uns so gut wie unbekannt geblieben wären. Weder PRINGSHEIM erwähnt sie, obwohl er sagt, daß eine Nachprüfung der DARWINschen Angaben sehr wünschenswert sei, noch spricht JOST von ihnen, trotzdem er ausdrücklich in hypothetischer Form von einem Versuche wie dem zweiten, den MAST angestellt hat, redet, und a priori meint, daß der Erfolg, den MAST tatsächlich erreicht hat, höchst unwahrscheinlich sei. Andererseits wird immer wieder die Ansicht geäußert, daß im SACHSschen Sinne die Lichtrichtung die Ursache der phototropischen Reizung sei. Zuletzt hat HEILBRONN das an dieser Stelle getan, und zwar teilweise auf Grund von Versuchen mit halbseitig geschwärzten *Avena*koleoptilen, wie sie auch DARWIN benutzt hat. Daß er dabei zu genau entgegengesetzten Ergebnissen gekommen ist, wie DARWIN, war für mich der ausschlaggebende Grund noch einmal zu zeigen, daß die alten DARWINschen Versuche durchaus zuverlässig sind, und daß er die richtigen Folgerungen aus ihnen gezogen hat.

Bei einer Nachprüfung dieser Versuche war vor allem das diffuse Licht zu vermeiden. Denn bei der DARWINschen Versuchsanordnung trafen natürlich sehr viele von den Zimmerwänden reflektierte Strahlen die ungeschwärzte Keimlingshälfte. Ich arbeitete also im Dunkelzimmer. Als Versuchspflanzen dienten *Avena* und *Vicia*. Die Verdunkelung wurde zunächst in der DARWINschen Weise durch Bemalung mit Tusche bewirkt. Das hatte aber mancherlei Nachteile. Erstens nimmt die Oberfläche der Keimlinge schwer Flüssigkeit an, so daß die Farbe häufig tropfenförmig zusammenläuft und ein sorgfältiges Bemalen schwierig ist. Zweitens sind die Keimlinge gegen die Berührung nicht unempfindlich. Drittens reißt die getrocknete Tusche beim Wachstum, so daß auch der geschwärzte Teil Licht bekommt. Deshalb gab ich diese Methode sehr bald auf und ging dazu über, die Keimlinge durch eine vorgestellte kleine Blende zu verdunkeln. Diese bestanden aus dünnem Zinkblech, waren etwa 4 cm lang und 1 cm breit und unten spitz zugeschnitten, so daß sie bequem in die Erde der Töpfe gesteckt werden konnten. Dabei wurde darauf geachtet, daß die Blenden möglichst dicht an die Keimlinge gesteckt wurden, ohne sie jedoch zu berühren. Natürlich mußte das beim Licht einer roten Lampe gemacht werden. Wie die Wirkung der Blenden auf den Strahlengang war, zeigt die Abb. 1. Daß dies nicht nur eine theoretische Konstruktion ist und nicht wesentliche Mengen des Lichtes etwa durch Beugung eine andere Richtung angenommen haben, zeigt die Abb. 2. Dies ist das Schattenbild einer Blende auf Gaslichtpapier, bei dessen Aufnahme zwischen Blende und Papier ein Abstand von 2 cm war, also wohl 8mal so groß als es der zwischen Blende und Keimling war. Trotzdem sind die Ränder absolut scharf, ein Zeichen, daß keine Strahlen „um die Ecke" gegangen sind. Die Beleuchtungsbedingungen wurden vielfach variiert. Es wäre aber zwecklos, darüber genauere Angaben zu machen, weil sich die den Keimlingen zugeführten Lichtmengen unter den Bedingungen des Experimentes doch nicht rechnerisch festlegen lassen, wie bei der Beleuchtung ohne Blende. Die Wirkung der Strahlen muß ja stark[1]) abnehmen, wenn sie schräg auf die Oberfläche der Keimlinge treffen. Wie stark diese Abnahme gegenüber der schattenlosen Beleuchtung ist, wird bei jedem Keimling von der Stellung der Blende abhängen. Schwan-

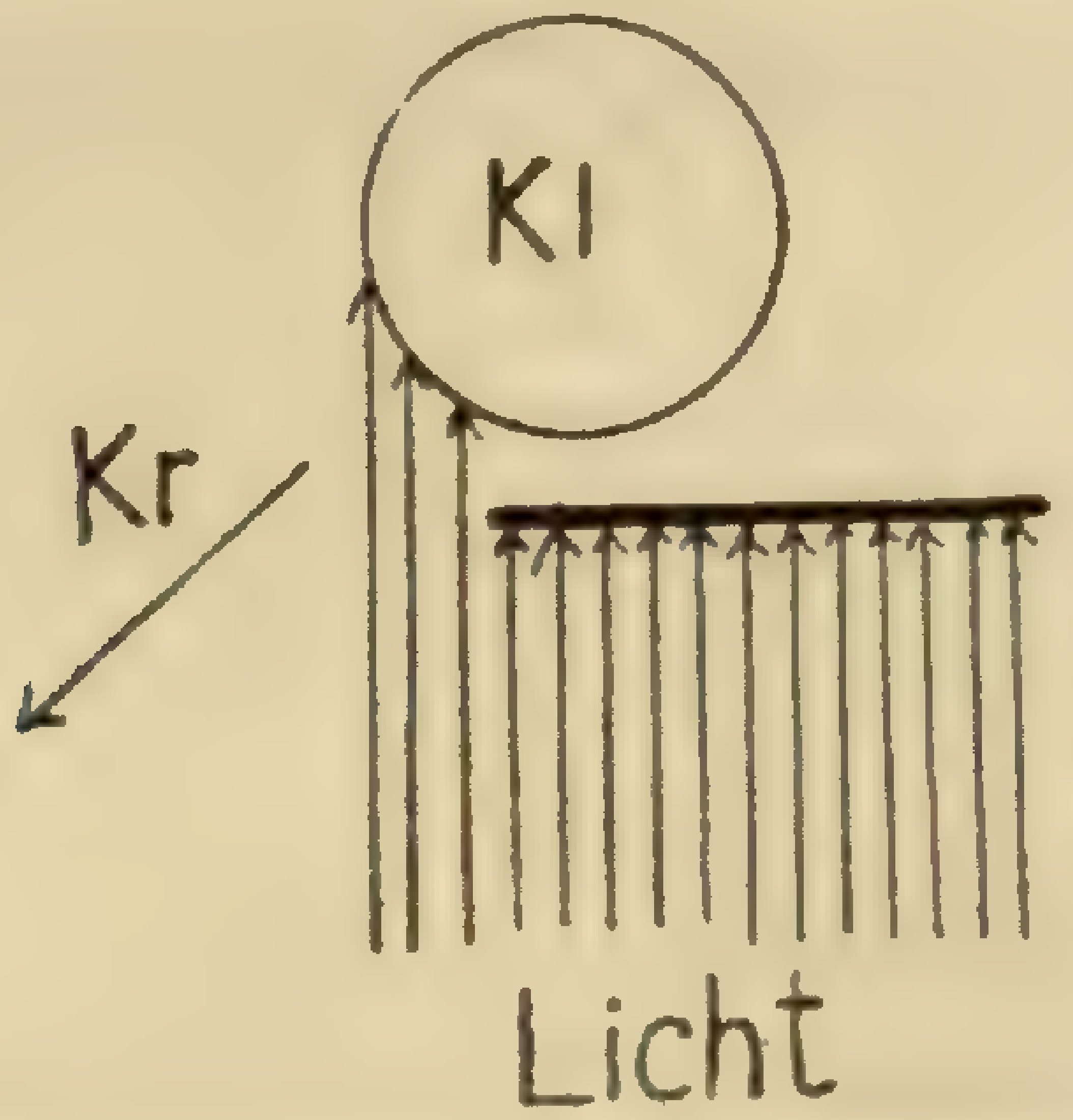


Abb. 1. Kl = Keimling. Kr = Krümmungsrichtung.

---

[1]) Mit dem Kosinus des Ablenkungswinkels vom rechtwinkligen Lichteinfall.

kungen um Bruchteile eines Millimeters, die sich beim Zurichten der Keimlinge im Schein einer schwachen roten Lampe gar nich vermeiden lassen, werden dabei schon eine große Rolle spielen. Es ist deshalb schlechterdings unmöglich, die zur Wirkung kommenden Lichtmengen anzugeben. Nur um einen Anhaltspunkt zu geben, will ich erwähnen, daß ich mit einer Spiraldrahtlampe von 25 Watt in 1 m Entfernung und einer Belichtungszeit von 20 bis 30 Minuten gute Erfolge erzielt habe. Dauerbelichtungen, wie sie DARWIN und auch MAST angewendet haben, sind bei der Blendenmethode nicht möglich, da die phototropische Krümmung schon nach einer $^1/_2$—$^3/_4$ Stunde beginnt, wobei die Keimlinge dann aus dem Schatten der Blenden herauskommen würden. Auch wenn man mit der Belichtung unterhalb der Reaktionszeit bleibt, hat man wegen der Nutationskrümmungen schon Mühe genug, die belichtete Flanke gleich breit zu halten. Man muß die Keimlinge während der Belichtung dauernd kontrollieren, und wenn nötig die Blenden am Kopf etwas verschieben, so daß sie die Nutationskrümmungen mit machen. Verhältnismäßig wenig störend sind sie, wenn man die auf dem Querschnitt bekanntlich ellipsoidischen Koleoptilen so anordnet, daß die Längsachse der Ellipse senkrecht zur Richtung der Lichtstrahlen steht, weil dann die Hauptnutationsebene mit der Schattengrenze parallel verläuft. Aber auch dann treten noch Krümmungen senkrecht dazu auf. Deshalb kann man auch nur immer mit wenigen Keimlingen gleichzeitig arbeiten.

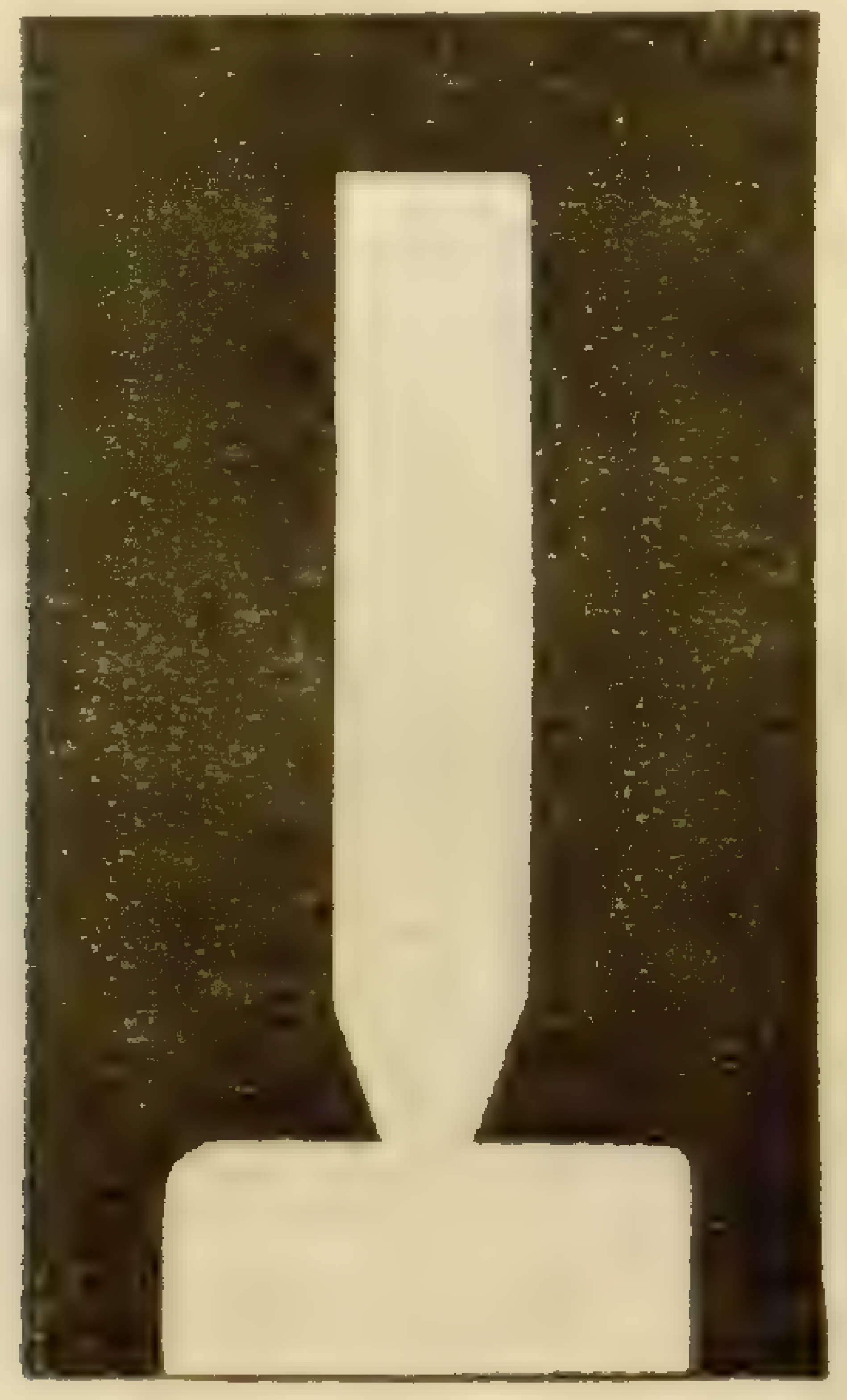


Abb. 2. Blende in Schattenprojektion

Ich will nun die Versuchsergebnisse in Form einer Tabelle mitteilen. Die untersuchten Keimlinge sind darin auf vier Rubriken verteilt. Die erste A umfaßt die, die sich nach der beleuchteten Flanke hin krümmten; die zweite B diejenigen, die sich nach der beschatteten Flanke krümmten; die dritte C diejenigen, die sich überhaupt nicht krümmten, die vierte D diejenigen, die sich nach der Lichtquelle hin gekrümmt hatten. Der Winkel, den die Krümmung mit den Lichtstrahlen bildete, betrug meistens etwa 45 °, er stieg aber manchmal bis auf etwa 80 °. Um von der Stärke der Krümmungen eine Vorstellung zu geben, habe ich den Versuch Nr. 25 photographiert (s. Abb. 3). Dabei stimmte die Achse des photographischen Apparates mit der Lichtrichtung überein. Die oberste Reihe bilden drei unbeschattete Keimlinge, die sich dementsprechend in der Lichtrichtung gekrümmt haben. Von der unteren Reihe sind die drei linken Keimlinge auf ihrer linken Flanke und die drei rechten auf ihrer rechten Flanke beleuchtet. Dementsprechend haben die linken sich nach links und die rechten sich nach rechts gekrümmt. Diesen Krümmungen wirken dann bald geotropische entgegen, so daß die bekannten S-förmigen Formen auftreten, wie man das an dem Keimling ganz rechts und an dem dritten von links erkennt.

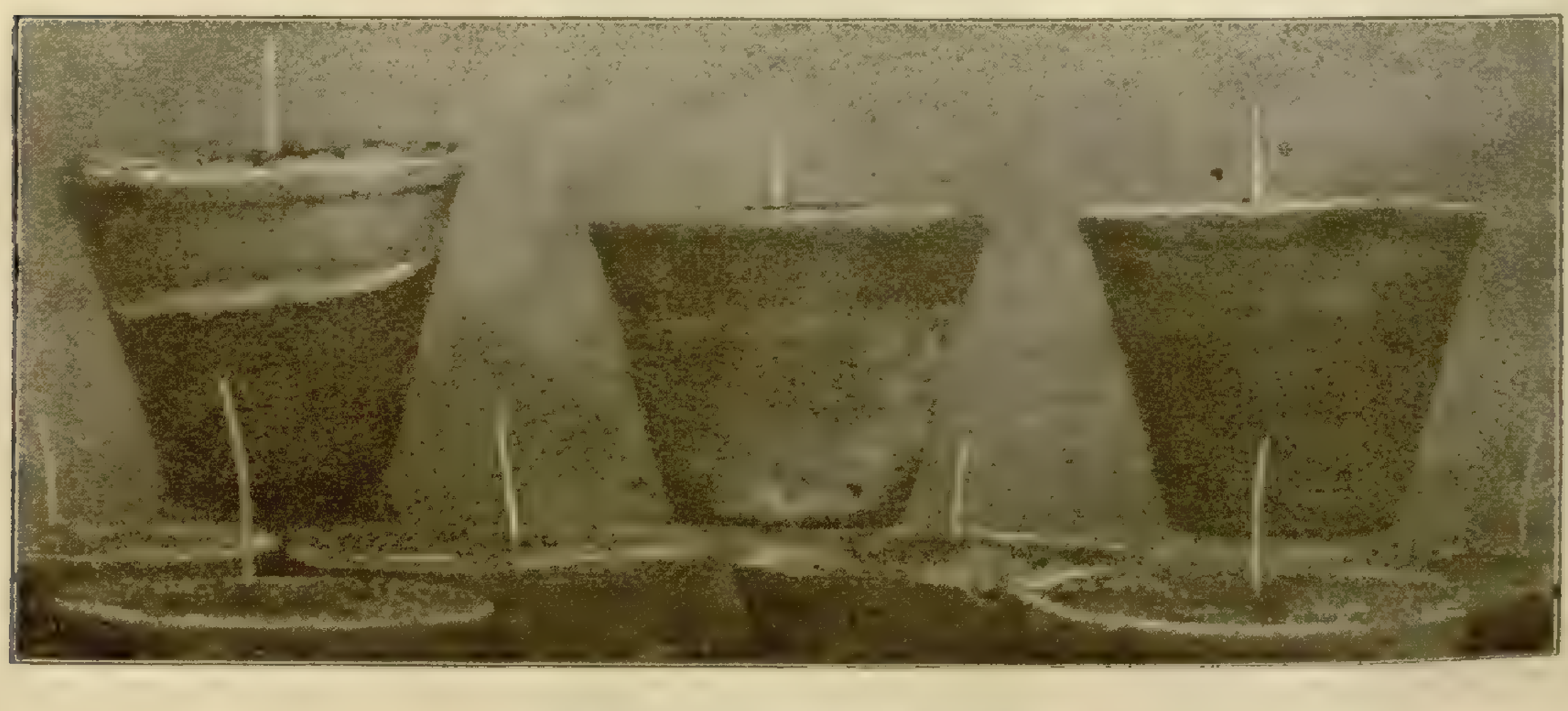


Abb. 3. Erklärung im Text.

Die Tabelle spiegelt die schon angedeuteten Schwierigkeiten wieder, die darin liegen, daß man die auf den einzelnen Keimling einwirkende Lichtmenge nicht kontrollieren kann. Oft kommt gar keine Krümmung zustande (Rubrik C), offenbar weil die beleuchtete Flanke zu schmal war. Fast ebenso oft tritt es auch ein, daß sich die Keimlinge nicht nach der belichteten, sondern nach der beschatteten Flanke hin krümmen. Das ist angesichts der negativen Reaktionen, die vor allem CLARK und ARISZ bei *Avena* studiert haben, nicht überraschend. Es mußten solche Krümmungen nach der beschatteten Flanke in meinen Versuchen dann eintreten,

Nr. des Versuchs	A	B	C	D	Bemerkungen
5	2	—	—	—	Versuch 1—4 sind nicht angeführt, weil es sich dabei um angestrichene Keimlinge handelte.
6	2	—	—	—	
7	1	—	—	—	
8	4	—	1	—	
9	1	—	—	—	
10	4	—	1	—	
11	2	—	—	—	
12	2	—	1	—	
13	1	1	1	—	
14	6	1	—	—	
15	—	4	—	—	
16	1	—	—	—	Zu Versuch 16, 17 und 20 wurde *Vicia sativa* benutzt.
17	1	—	—	—	
18	3	2	2	—	
19	—	—	2	—	
20	1	—	—	—	
21	2	—	—	—	
22	5	—	2	—	
23	6	—	1	1	
24	5	—	—	—	
25	6	—	1	—	Photographiert. S. Abb. 3.
32	2	1	—	—	Versuch 26—31 sind nicht angeführt, weil es sich dabei um abgeschnittene und in feuchten Sand gesteckte Keimlinge handelte, was sich nicht bewährte.
33	3	2	—	—	
34	3	—	—	—	
35	4	—	—	1	
36	5	—	—	—	
37	3	—	2	—	
38	4	—	2	—	
39	4	—	—	—	
40	3	1	—	—	
41	2	1	—	—	
42	1	1	2	—	
43	2	—	—	—	
—	91	14	18	2	

wenn auf die belichtete Flanke gerade die Lichtmenge eingewirkt hatte, die beim unbeschatteten Keimling eine negative Krümmung hervorruft. Da sich die Autoren schon bei den unbeschatteten Keimlingen über die für die negativen Reaktionen nötigen Lichtmengen nicht einig sind, habe ich gar nicht versucht, darüber bei meinen teilweise beschatteten etwas zu ermitteln. Für unsere Fragestellung war dies auch unerheblich, hierfür war es nur wichtig festzustellen, wie viele Keimlinge sich in der Lichtrichtung und wie viele sich in einem mehr oder minder großen Winkel zu ihr krümmten. Da sieht man nun aus der Rubrik D, daß nur 2 sich nach der Lichtquelle hin krümmten. Diesen gegenüber stehen, wenn man Rubrik A und B zusammenfaßt 115, deren Krümmung nach der Seite hin erfolgte.

Die Frage, ob die DARWINschen Beobachtungen richtig sind, kann man also ganz entschieden bejahen. Sind diese nun für das eingangs erwähnte Problem: „Lichtrichtung oder Lichtabfall“ entscheidend oder nicht? Die Einwände, die FITTING und JOST gegen sie gemacht haben, kommen bei meiner Versuchsanordnung nicht in betracht, weil sie erstens im Dunkelzimmer angestellt sind, und ich zweitens zeigen konnte, daß bei der von mir gewählten Schattenprojektion keine Lichtstrahlen von der belichteten auf die beschatteten Partieen gelangen können (Abb. 2). Später hat vor allem NOACK versucht Beweise dafür beizubringen, daß die phototropische Erregung von der Richtung der Lichtstrahlen abhängt. Dieser Beweis muß aber aus Gründen, die schon von ARISZ, BLAUW und BUDER genügend besprochen sind, als mißlungen betrachtet werden. ARISZ selbst spricht sich auch für die Richtungstheorie aus. Er sagt: „Wie aus den in dieser Untersuchung mitgeteilten Versuchen mit mehrseitigen Beleuchtungen hervorgegangen ist (vgl. auch HAGEM), wird die Richtung der Krümmung durch die Resultante der Krümmungstendenzen der verschiedenen Seiten der Pflanze bestimmt. In jedem Teile, man darf wohl sagen in jeder Zelle, muß die Richtung der Krümmung von der Lichtrichtung in diesem Teile oder in dieser Zelle abhängig sein.“ Diesen Schluß aus seinen und HAGEMs Beobachtungen zu ziehen war ARISZ meiner Ansicht nach nicht berechtigt. Das geht aus der neuen Arbeit von BUDER hervor, der ganz systematisch die Wirkung mehrerer Lichtbündel auf taktische und tropistische Reaktionen untersucht hat: „Erfolgt doch bei senkrecht gekreuzten Büscheln, obwohl an der Richtung der wirksamen Strahlen nichts geändert wird, eine Reaktion, deren Richtung und Ausmaß je nach der wechselnden Intensität der beiden Bündel variiert.“ Bleibt noch die kurze Mitteilung von HEILBRONN, die sich ganz auf den Standpunkt der Richtungstheorie stellt. Es ist mißlich gegen sie Einwendungen zu machen, so lange die ausführliche Arbeit mit den Einzelheiten der Versuchsanstellung noch nicht vorliegt. Ich will deshalb nur auf die Versuche eingehen, die sich schon nach den bisherigen Angaben beurteilen lassen. Es sind gleichzeitig diejenigen, die für unseren Fall am meisten von belang sind, weil bei ihnen, wie bei den DARWINschen Versuchen, halbseitig mit Tusche geschwärzte Koleoptilen benutzt wurden. Diese krümmten sich, wenn sie von der geschwärzten Seite her durch direktes Licht bestrahlt wurden, in der Lichtrichtung nach der angetuschten Seite, „wenn die Tusche winzige, dem bloßen Auge kaum wahrnehmbare Rißchen enthält, obgleich der absolute Lichtgenuß der ungeschwärzten Hälfte ein ganz beträchtlicher war“. Dies Resultat kann auch vom Standpunkt der Intensitätstheorie aus nicht überraschen. Der Erfolg der phototropischen Reizung hängt ja, wie schon lange bekannt ist, nicht von der Größe der gereizten Oberfläche ab. Die „winzigen Rißchen“ in der Tusche genügen vollkommen, um ein Intensitätsgefälle in der Richtung der Lichtstrahlen hervorzurufen. Ganz derselbe Einwand läßt sich gegen die Versuche machen, in denen halbseitig geschwärzte Koleoptilen senkrecht von oben beleuchtet wurden. Sie krümmten sich dann nicht, weil wahrscheinlich ebenfalls kleine Risse in der Tusche entstanden waren.

Damit ist die Reihe der Gegner der DARWINschen Theorie erschöpft, und es ist wohl nicht zuviel behauptet, wenn man sagt, daß ihre Argumente nicht durchschlagend sind. Dagegen hat sie selbst neuerdings nicht nur durch die schon erwähnte Arbeit von BUDER, sondern auch durch die Untersuchungen von BLAUW eine starke Stütze erhalten. Dessen „Photowachstumsreaktion“ beruht ja im Grunde auch auf der Empfindlichkeit für Intensitätsunterschiede. Nach seiner Auffassung beruht der Phototropismus der höheren Pflanzen darauf, daß durch die Belichtung das Wachstum der beleuchteten Seite gehemmt wird. Diese Vorstellung stimmt mit den Beobachtungen von DARWIN, MAST und mir sehr gut überein.

Helianthus globosus, das Objekt, mit dem BLAUW gearbeitet hat, wäre deshalb gewiß auch für meine Versuche sehr geeignet gewesen, wenn nicht die starken Nutationsbewegungen seine Benutzung verboten hätten. Ich hatte mir deshalb vorgenommen, mit *Phycomyces nitens*, dem anderen Objekt, das BLAUW studiert hat, entsprechende Versuche anzustellen. Bei *Phycomyces* besteht die Photowachstumsreaktion nach BLAUW in einer auf die Belichtung folgenden Wachstumssteigerung. Falls diese Vorstellung richtig ist, muß *Phycomyces* bei halbseitiger Beleuchtung — die unter dem Mikroskop mit geeignetem Kondensor zu erreichen ist — sich trotz seines positiven Phototropismus nach der beschatteten Hälfte krümmen. Leider wurde ich durch Krankheit an der Durchführung dieser Versuche seinerzeit gehindert. Ehe ich sie wieder aufnehmen konnte, hörte ich von BUDER, daß es ihm gelungen war, durch Eintauchen von *Phycomyces*kulturen in Paraffinum liquidum prinzipiell dasselbe, nämlich eine Inversion des Phototropismus zu erreichen. Ich habe ihm deshalb die weitere Bearbeitung dieser Frage überlassen. Er hat inzwischen auch schon eine kurze Mitteilung darüber erscheinen lassen (BUDER, 1918), die zeigt, daß die zunächst ziemlich skeptisch betrachteten (NOACK, ARISZ, VOGT) Theorieen BLAUWs alle Aussicht haben, sich durchzusetzen. Damit wäre dann auch das Problem: Lichtrichtung oder Lichtabfall? entgültig zu gunsten der zweiten Alternative entschieden.

Berlin, Botanisches Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule.

Literatur.

ARISZ, W. H., 1915. Rec. des travaux botan. Néerlandais, 12, 44.
BLAUW, A. H., 1914. Zeitschr. f. Bot., 6, 641. — 1915. Ebenda, 7, 465.
BUDER, JOH., 1917. Jahrb. f. wiss. Bot., 56, 105.
— —, 1918. Ber. d. d. bot. Ges., 36, 104.
CLARK, O. L., 1918. Zeitschr. f. Bot., 5, 737.
DARWIN, CH., 1880. The power of movement in plants. Übersetzung von J. V. CARUS. 2. Aufl. Stuttgart 1899.
FITTING, H., 1907. Jahrb. f. wiss. Bot., 44, 211.
HEILBRONN, A., 1917. Ber. d. d. bot. Ges., 35, 641.
HAGEM, O., 1911. Bergens Museums Aarbook, Nr. 3.
JOST, L., 1913. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 3. Aufl.
MAST, S. O., 1911. Light and the behavior of organismus. New York. JOHN WILEY and Sons.
NOACK, K., 1914. Zeitschrift f. Bot., 6, 1.
OLTMANNS, FR., 1892. Flora, 75, 783.
PRINGSHEIM, E., 1912. Die Reizbewegungen der Pflanzen. Berlin (JULIUS SPRINGER).
VOGT, E., 1915. Zeitschr. f. Bot., 7, 193.

60. Ign. Urban: Über zwei Euphorbiaceen-Gattungen.

(Mit Tafel XVI.)

(Eingegangen am 15. Oktober 1918.)

I. *Cubincola* Urb.

Im Jahre 1897 fand ich im Herbar GRISEBACH des Botanischen Museums zu Göttingen als Nährpflanze einer Loranthacee Zweige eines Baumes oder Strauches, die ich wegen der Ausbildung der Samen und der von den Fruchtteilen übrig gebliebenen Columellen sofort als eine Euphorbiacee erkannte. Sie ist niemals beschrieben, nicht einmal in der Literatur erwähnt worden. Da nur eine Blüte neben mehreren Knospen und ein leider embryoloser Samen vorlag, Früchte aber fehlten, so wollte ich mit der Untersuchung warten, bis besseres Material, namentlich auch reife Kapseln eingetroffen seien; allein in den zahlreichen Sammlungen, durch die unser westindisches Herbar in den folgenden beiden Jahrzehnten vermehrt wurde, war diese Pflanze leider nicht vorhanden.

Ich habe deshalb jetzt, wo ich mich wieder mit westindischen Euphorbiaceen beschäftige, die Blüten einem sorgfältigen Studium unterworfen. Dabei ergab sich, daß nicht nur eine neue Gattung vorlag, sondern auch, daß diese Gattung — ein in der sonst so polymorphen Familie bisher unerhörter Fall — hermaphrodite Blüten besitzt. Knospen und Blüte haben gut ausgebildete Antheren, deren Fächer der Länge nach aufspringen (Fig. 4, 6), und ganz gleichmäßige, verhältnismäßig große Pollenkörner (Fig. 7) enthalten. Ebenso ist das Gynaeceum in diesen Blüten normal entwickelt (Fig. 8): Der Griffel überragt die Antheren, die Narben sind stark papillös, die Ovarien von entsprechender Größe, die Carpelle mit typischen Samenanlagen versehen (Fig. 8). Außerdem zeigen auch die zahlreichen in den Achseln der unteren Blätter an denselben Zweigen stehen gebliebenen Columellen (Fig. 1), daß hier reife Früchte gebildet worden waren.

Daß aber die Pflanze eine Euphorbiacee ist, zeigt auf den ersten Blick, wie schon erwähnt, die Ausbildung der Columella (Fig. 9) und der Samen (Fig. 10). An der Spitze des Fruchtstiels persistieren die drei Kelchblätter; oberhalb derselben sitzt das

Receptaculum mit den Narben der abgefallenen Blumenblätter (darunter) und der Stamina (an der Mitte); darauf folgt das oberwärts dreikantige, holzig gewordene Säulchen, das sich ganz zuletzt von oben nach unten in drei dick-fädliche Teile spaltet, endlich der Griffel mit den mehr oder weniger erhaltenen Narben. Der Samen ist ebenfalls so ausgebildet, wie er allein bei Euphorbiaceen vorkommt, z. B. bei *Grimmeodendron* (Urb. Symb. ant. V p. 398 Fig. L, M, übernommen von PAX in das Pflanzenreich 52. Heft IV. 147 V p. 259 Fig. 50 L, M); besonders charakteristisch ist in der oberen Hälfte der Bauchseite zu beiden Seiten der Raphe die Area derasa (Fig. 10). Die Blütenorgane enthalten andererseits nichts, was gegen eine Euphorbiacee spricht; die Trimerie, das Receptaculum, das oberständige Ovar, die zwei unter der Spitze der Fächer von den Placenten abgehenden hängenden Samenanlagen sind in dieser Familie häufige oder verbreitete Vorkommnisse. Die letzteren verweisen neben anderen Merkmalen die Gattung in die Gruppe der Phyllanthoideen und zwar, weil nähere Beziehungen zu irgendeiner anderen Gattung fehlen, als ein Genus anomalum.

Es braucht wohl nicht hervorgehoben zu werden, daß ich auch bei anderen Familien nach einem Anschluß gesucht habe, ein solcher war aber nicht nachzuweisen. Eine gewisse Analogie, aber nur in der Trimerie der Blüten, zeigte allein die den Anacardiaceen zugewiesene Gattung *Rumphia* (von Malabar), von der HOOKER in Gen. Plant. I p. 428 sagte: An ad Euphorbiaceas rectius relatum? Der Calyx tubulosus, die Drupa coriacea, die Folia cordato-ovata hirsuta aspera (DC. Prodr. II p. 90) entfernen sie jedoch sehr weit von *Cubincola*. Nach WARBURG (Rumph. Gedenkboek 1902 p. 77) gehört *Rumphia* zu *Cordia*, mit der sie nach der Abbildung in Rheede Hort. Malab. IV t. 11 im Habitus in der Tat große Ähnlichkeit hat

Cubincola Urb.

(genus nov. *Euphorbiacearum*.)

Flores hermaphroditi. Sepala 3 parva libera in aestivatione aperta, crassiuscule chartacea, persistentia. Petala 3 in aestivatione anguste imbricata, uno extero, alabastrum elliptico-oblongum formantia, libera, cum sepalis alterna eaque multoties superantia, oblonga, chartaceo-membranacea. Receptaculum breviter globulosum. Stamina 3 cum petalis alterna hypogyna, lateribus receptaculi ad medium inserta; filamenta applanata superne angustata recta; antherae rectangulari-ellipticae, dorso ad medium affixae, versatiles, biloculares, loculis parallelis introrsis longitu-

dinaliter intus dehiscentibus, sub insertione bicrures, connectivo angusto non glandulifero; pollinis granula aquae immersa globosa, satis ampla, 3-sulcata. Ovarium superum, trigonum; carpidia 3 cum staminibus alterna; ovula in loculis bina placentae subcollateraliter sub apice affixa, funiculo subnullo, descendenti-patentia, micropyle supera; stylus apice breviter 3-fidus, lobis oblongis integris. Fructus (non visus) sine dubio capsularis, coccis e seminis forma 1-spermis, columellam persistentem relinquentibus. Semina intus sub apice affixa, breviter ovata, caruncula nulla, intus superne aream derasam praebentia; testa crassa lignosa extrinsecus dorso rugulosa. Embryo non visus. — Planta cubensis, lignosa. Rami hornotini pilis simplicibus minutissimis pulverulenti. Folia spiraliter alterna, subsessilia indivisa integra coriacea glabra, nervo medio crassiusculo, lateralibus nullis. Stipulae nullae. Flores in axillis foliorum breviter pedunculati bibracteolati solitarii v. bracteolis fertilibus 2—3 racemosi; pedunculi cum columella longe persistentes, postremo spinas simulantes.

Obs. Genus ob flores hermaphroditos in familia anomalum et cum nullo alio affinitates arctiores praebens, ad interim Phyllanthoideis associandum.

Cubincola trimera Urb. (spec. nov.). Rami teretes, internodiis 3—10 mm longis. Folia alterna, hinc illinc 2—3 magis approximata v. subverticillata, cr. 1 mm. longe petiolata, oblongo-linearia, inferne sensim angustata, sed basi ipsa obtusa, apice obtusissima v. rotundata nunc obsolete apiculata, 2—3,5 cm longa, 4—6 mm lata, nervo medio supra superne non conspicuo, inferne sulcato, subtus prominente, margine anguste recurva. Pedunculi 3—5 mm longi; bracteolae lanceolatae obtusae cr. 0,7 mm longae; pedicelli 1—2 mm longi. Sepala triangularia cr. 0,7 mm. longa. Petala oblonga apice obtusa, 7 mm longa, fere 2 mm lata, 1-nervia, venis lateralibus tenuibus obsoletis. Filamenta fere 3 mm longa; antherae clausae rectangulares, apice rotundatae, basi emarginatae, 1,3 mm longae; pollinis granula aquae immersa 70 μ diametro. Receptaculum vix 1 mm longum. Ovarium apice truncatum, angulis obtusis. Stylus stamina superans, 2,5 mm longus, in ¼ superiore 3-fidus. Columella receptaculo imposita 3,5 mm longa, inferne vix incrassata. Semen sectione transversa inferiore subrotundum, area derasa triangulari-orbiculari parce nervosa, sub apice intus excavatum, intus inferne et dorso linea longitudinali tenui notatum, 4,5 mm longum, 4 mm latum (cassum).

Hab. in Cuba orient.: Wright a. 1861 s. n. Planta nutritia *Ixidii Wrightii* (Griseb.) Eichl.

II. *Leucocroton* Griseb.

Diese kleine 1861 von GRISEBACH aufgestellte westindische Euphorbiaceen-Gattung ist mehrere Male monographisch behandelt worden, aber nicht immer in glücklicher Weise. Die zuerst beschriebene Art, *L. Wrightii* Griseb., gründet sich auf die von WRIGHT in Cuba gesammelten Pflanzen n. 561, 562 und 1424. Im Cat. Plant. Cub. fügte GRISEBACH eine weitere WRIGHT'sche Nummer 1994 hinzu, die, wie MÜLLER ARG. in DC. Prodr. XV. 2 p. 757 festgestellt hat, erheblich abweicht und den Typus einer neuen Species, *L. flavicans* Müll. Arg., darstellt. Die Unterschiede beider Arten sind folgende:

L. Wrightii Griseb. Folia subtus pilis adpressissimis minutis lepidoto-stellatis (si cultro eos radis et sub microscopio conspicis) densissime vestita, aliis parcis manifestioribus ad nervos subtus adjectis. Bracteae lanceolatae v. lineares 3—5 mm longae. Flores masculi bene pedicellati, pedicellis alabastra duplo superantibus. Calyx argenteo-subsquamulosus. Flores feminei sepalis lanceolatis v. lanceolato-linearibus 5—6 mm longis. Ovarium squamulis stellato-laceris vestitus. Stigmata 3—5 mm longa.

L. flavicans Müll. Arg. Folia subtus pilis stellaribus manifeste tomentella. Bracteae triangulares 0,5—1,5 mm longae. Flores masculi in axillis bractearum glomerati, pedicellis subnullis v. quam alabastra brevioribus. Calyx pilis stellaribus tomentellus. Flores feminei sepalis triangularibus v. ovato-triangularibus v. anguste ovatis 1,5—3 mm longis. Ovarium stellato-tomentellum. Stigmata 1—1,5 mm longa.

Trotzdem bereits MÜLLER fast alle diese Merkmale für die Charakteristik der beiden Arten verwendete, scheinen sie PAX, der die Gattung für das Pflanzenreich (63. Heft, 1914, p. 62—64) bearbeitete, entgangen oder zu unerheblich gewesen zu sein, da er beide Arten, ohne ein Wort darüber zu verlieren, nach dem Vorgang von CH. WRIGHT in Sauv. Flor. Cub. a. 1870 p. 2012 wieder miteinander vereinigte.

Außer dem Typus *L. flavicans* (var. *latifolius*) beschrieb MÜLLER noch eine Var. *angustifolius*, die von BENTHAM in Gen. Plant. III p. 312 (nicht schon von WRIGHT in Sauv. Flor. Cub., wie BENTHAM angibt,) unter dem irrtümlichen Namen *L. flavescens angustifolius* mit *L. revolutus* Ch. Wright identifiziert wurde. PAX schließt sich der letzteren Meinung an, stellt den Varietäts-Namen als *L. angustifolius* Pax et K. Hoffm. entgegen den Wiener internationalen Regeln Art. 49 voran und zitiert dazu den rite beschriebenen *L. revolutus* als Synonym. Beide Pflanzen, deren Charaktere von PAX in der Art-Diagnose vereinigt werden, sind aber spezifisch ganz verschieden.

L. flavicans var. *angustifolius*, von dem mir Herr C. DE CANDOLLE das Originalexemplar zur Untersuchung freundlichst überließ, besitzt, wie schon MÜLLER angab, Folia lineari-lanceolata utrinque subaequaliter angustata, margine (angustissime) recurva, 8—12 cm longa, 14—22 mm lata (crassiuscule chartacea). Die Pflanze ist nur im männlichen Zustande bekannt und nach meiner Meinung auch nicht einmal als Varietät von *L. flavicans* zu trennen.

L. revolutus Ch. Wright hat Folia anguste v. lineari-oblonga, ad basin angustata, apice rotundata v. obtusissima et excisa, margine late et valde revoluta, 4,5—8 cm longa, 8—14 mm lata, crasse et rigide coriacea. Die Pflanze ist nur im weiblichen Zustande bekannt; ihre Blütencharaktere können daher nicht mit denen der vorigen Art verglichen werden.

Überhaupt zeichnet sich auch die Bearbeitung dieser Gattung von PAX durch eine unverzeihliche Flüchtigkeit aus. So nennt er in der Genus-Diagnose das Ovarium 2-loculare, während es ausnahmslos dreifächerig ist. Von den Species sagt er: omnes cubanae, führt aber unter Nr. 4 eine nur auf Hispaniola vorkommende Art auf. Als Jahr der Publikation von *L. revolutus* Ch. Wright gibt er 1873 an, während ich bereits 1898 (Symb. ant. I p. 148) nachgewiesen habe, daß Sauvalles Flora cubana 1868—73 und speziell die Familie der Euphorbiaceen Nr. 1930—2083 im Jahre 1870 erschienen ist. Dementsprechend sind dann auch die neuen Arten aus dieser Flora im Index Kewensis Suppl. quartum (1913) noch einmal mit dem genauen Publikationsort und Jahr aufgezählt.

Die letzte Bearbeitung der echten *Leucocroton*-Arten lieferte N. L. BRITTON im Bull. Torr. Bot. Club 44 (1917) p. 13—15, ohne von der PAXschen Monographie (1914) Notiz zu nehmen. Er gibt einen Schlüssel für die Bestimmung der Arten, hält *L. flavicans* gegenüber *L. Wrightii* aufrecht und beschreibt außerdem drei neue (von mir nicht gesehene) Species. Von letzteren führt eine leider wiederum den Namen *L. angustifolius* Britton. Dieser mag am zweckmäßigsten, um Verwirrung zu vermeiden, in *L. stenophyllus* umgetauft werden.

PAX zog zu der Gattung *Leucocroton* noch zwei weitere Arten, die MÜLLER unter *Bernardia* aufgeführt hatte. Die eine, von Haiti, ist *L. leprosus* (Willd.) Pax et K. Hoffm. (*Croton leprosus* Willd., *Bernardia leprosa* Müll. Arg.). Ihre männlichen Blüten haben 5 Kelchblätter, einen vom Kelche freien ringförmigen ungelappten Discus, Staubblätter, die um das Receptaculum einreihig angeordnet und völlig frei sind, und Antheren, deren Fächer über die Spitze übergreifen und auf dem Rücken etwas hinablaufen; in den weiblichen

Blüten[1]) (eine solche fand sich oberhalb der Spitze eines Zweiges der auch von PAX untersuchten Exemplare) ist der Discus dem sehr kurzen Stiel des Ovars angewachsen, am oberen Rande frei und membranös; die drei Griffel sind ungeteilt. Bei den typischen *Leucocroton*-Arten finden wir dagegen einen dreiteiligen Kelch, einen dreilappigen Discus und unterwärts in eine kurze Säule verwachsene, mehrreihig angeordnete Staubblätter, deren Antherenfächer gerade gestreckt sind, in den weiblichen Blüten einen flachen oder konvexen der Kelchbasis angewachsenen Discus und ein bis mehrere Male gespaltene Griffel. Wenn man die erstgenannte Art bei *Leucocroton* belassen wollte, so würde sein Gattungscharakter ganz fremde Elemente aufnehmen müssen.

Von der fünften Species, *L. microphyllus* (Rich.) Pax et K. Hoffm. (*Adelia microphylla* A. Rich., *Bernardia microphylla* Müll. Arg.) sagt PAX: „Species certe ad *Leucocrotonem* ducenda est, etsi flores monoici et racemi feminei saepe biflori." Die Art ist aber gar nicht monoecisch, sondern in allen vorliegenden Exemplaren streng dioecisch. Bei den männlichen Exemplaren von COMBS n. 575 sind in der beigefügten Kapsel zwei Früchte vorhanden; das rührt aber daher, daß COMBS eine größere Anzahl Exemplare für den Verkauf sammelte und neben den männlichen sicher auch weibliche einlegte, von welch letzteren die Früchte stammen. Auch der andere Unterschied: racemi feminei saepe biflori, was ich übrigens niemals beobachtete (ich sah nur terminale weibliche Einzelblüten), ist von keiner Bedeutung, da *L. flavicans* außer der terminalen oft noch einige seitliche Blüten besitzt. Dagegen zeichnet sich *L. microphyllus* gegenüber den echten *Leucocroton*-Arten durch einen 5- (selten 4- oder 6-) teiligen Kelch der männlichen Blüten, durch einen ungelappten Discus, durch die freien Staubblätter und außerdem auch durch die verhältnismäßig sehr kleinen Blätter und durch die in Dornen auslaufenden Seitenzweige aus.

Der Pollen bietet bei den untersuchten Arten keine abweichenden Charaktere; er scheint immer 6 furchig zu sein und zwar derart, daß drei doppelt breitere mit drei schmaleren Bändern abwechseln.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß von den fünf Arten, die PAX unter *Leucocroton* aufführt, 2 je zwei verschiedene Species enthalten, 2 der Gattung nach ihren Merkmalen fremd sind und nur eine allerdings durch ihre Nervatur sehr auffällige im Sinne GRISEBACHS und MÜLLERS behandelt ist. Wo die beiden auszuschließenden Arten am zweckmäßigsten einzureihen sind, ob wieder bei *Bernardia*, wie MÜLLER es getan hat, oder ob sie die Typen besonderer kleiner Gattungen darstellen, müssen spätere Untersuchungen entscheiden.

---

[1]) Die Diagnose der noch unbeschriebenen weiblichen Blüte würde lauten: Flos femineus in pedunculo brevi bracteis nonnullis sterilibus obsito terminalis. Calyx 5-sepalus. Petala nulla. Discus stipiti ovarii brevissimo adnatus, margine supero liber integer glaber. Ovarium semiglobosum, loculis 1-ovulatis; ovula ex apice loculi pendula. Styli basi contigui crassissimi obovato-oblongi integri apice vix emarginati margine praesertim supero pila satis brevia emittentes, densissime stellato-floccosi, intus longitrorsum glabri.

Vorhin erwähnte ich, daß PAX aus *Leucocroton flavicans* var. *angustifolius* Müll. Arg. ein neues Binom: *L. angustifolius* Pax et K. Hoffm. bildete, trotzdem ein älterer Speciesname nach PAX (irrtümlicher) Meinung in *L. revolutus* Wright vorhanden war. Er stellt sich dadurch in Gegensatz zu den internationalen Regeln der botanischen Nomenklatur in Verh. des internat. Bot. Kongresses in Wien p. 229 (67), welche im Artikel 49 lauten: Wird .... eine Unterabteilung der Art zur Art erhoben, oder finden die umgekehrten Änderungen statt, allgemein ausgedrückt: ändert eine Gruppe ihre Rangstufe, so ist derjenige Name (oder diejenige Kombination von Namen) als gültig anzusehen, den die Gruppe zuerst in ihrer neuen Stellung erhielt. Wie ich mich beim Durchblättern der PAXschen Arbeiten über die Euphorbiaceen im Pflanzenreich überzeugt habe, ist das nicht auf ein Versehen zurückzuführen, sondern PAX hat durchweg, wo sich Gelegenheit bot, gegen diese Regel verstoßen und dadurch eine Anzahl Binome geschaffen, die wieder verworfen werden müssen und die Synonymie belasten. Ebenso hat er auch aus älteren Synonymen neue Kombinationen für Varietäten gebildet, die bereits gültige Namen besaßen. So bezeichnet MÜLLER 1866 bei der sehr polymorphen *Sebastiania corniculata* diejenige Varietät, welche den Typus der Art darstellt, als var. *genuina*. Da aber mit dieser Varietät *Cnemidostachys tragioides* Mart. (1824) identisch ist, so verwirft PAX den sehr zutreffenden MÜLLERschen Namen und setzt dafür var. *tragioides* (Mart.) Pax (Pflanzenr. 52. Heft (IV. 147, V) p. 98).

Erklärung der Tafel XVI.

Fig. 1. Habitusbild von *Cubincola*.
Fig. 2. Diagramm.
Fig. 3. Blüte und Knospe.
Fig. 4. Anthere vor dem Aufspringen: a) von innen, b) von der Seite, c) von außen.
Fig. 5. Blumenblatt.
Fig. 6. Aufgesprungene Anthere: a) von innen, b) von der Seite.
Fig. 7. Pollenkorn.
Fig. 8. Gynaeceum mit Receptaculum,
Fig. 9. Fruchtstielchen mit Kelch, Receptaculum; Columella, Griffel und Narben.
Fig. 10. Samen: a) von der Bauchseite, b) von der Seite.

61. Arth. Meyer: Die Beziehung zwischen Eiweiß- und Säurebildung in Laubblättern.

(Eingegangen am 17. Oktober 1918.)

Die Annahme, daß die Entstehung der organischen Säuren in Pflanzenzellen mit der Bildung von Eiweißstoffen zusammenhänge, ist mehrfach gemacht worden. So z. B. von BERTHELOT und ANDRÉ (Annal. Chim. et physique 4. sér. 10. Bd. 1886, S. 350), PALLADIN (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1887, S. 325.) PALLADIN, dem SCHIMPER folgte, nimmt an, daß „organische Säuren in wachsenden Pflanzenteilen als Nebenprodukt bei Regeneration der Eiweißstoffe aus Asparagin und Kohlehydraten entstehen" und gibt dafür eine Formel, welche sehr wenig Tatsächliches hinter sich hat.

Ich will hier vorzüglich kurz die Beziehungen zwischen der, wie ich (Flora 1918) gezeigt habe, in den Chloroplasten der Laubblätter besonders ausgiebigen Bildung ergastischen Eiweißes zu dem Verschwinden freier organischer Säuren und der Bildung von oxalsaurem Kalk darlegen.

Wenn wir die genannten Vorgänge verfolgen, so finden wir eine auffallende Übereinstimmung zwischen ihnen in 4 Punkten, die ich für jeden der 3 in Rede stehenden Vorgänge besonders anführen will.

I. Die Eiweißbildung in den Laubblättern.

1. Die Laubblätter können im Dunkeln Eiweiß aus nicht eiweißartigen N-Verbindungen herstellen, wenn ihnen passende Kohlehydrate zur Verfügung stehen.

2. Ein bestimmtes Laubblatt bildet im Lichte unter gleichen Umständen, in gleicher Zeit eine bedeutend größere Menge Eiweiß als im Dunkeln.

3. Die Eiweißbildung in Laubblättern wird auch dann durch Licht gefördert, wenn diese sich in kohlensäurefreier Atmosphäre befinden.

4. Ob farblose Blätter (panachierter Pflanzen) wesentlich mehr Eiweiß im Lichte erzeugen als im Dunkeln, ist nicht untersucht, da aber SCHIMPER in farblosen Blatteilen kein Verschwinden von Nitraten im Lichte nachweisen konnte, so ist es wahrscheinlich, daß sie im Lichte keine größeren Mengen von Eiweiß bilden.

II. Entsäuerung des Laubblattes.

1. Es tritt auch in dauernder Verdunkelung eine schwache Abnahme der in den Laubblättern enthaltenen freien Säure ein. (WARBURG, S. 70; DE VRIES 1884, S. 340 — 1885, S. 71, S. 101.)

2. In grünen Laubblättern verschwindet die freie Säure im Lichte sehr viel schneller als im Dunkeln.

3. In grünen Blättern findet auch in kohlensäurefreier Atmosphäre im Lichte eine sehr energische Säureabnahme statt. (WARBURG, S. 80.)

4. Chlorophyllfreie oder etiolierte Pflanzenteile zeigen keine oder unbedeutende Entsäuerung. (WARBURG, S. 78.)

III. Entstehung von Kalziumoxalatkristallen im Laubblatte.

1. Zum Teil entsteht in jungen, heranwachsenden Blättern das Kalziumoxalat unabhängig vom Lichte; das Wachstum der Kristalle hört aber dann in den ausgewachsenen Blättern völlig auf. (SCHIMPER, S. 85.)

2. Im Lichte erzeugen die Kalziumoxalat führenden erwachsenen Laubblätter weiter Kalziumoxalat, bei Verdunkelung nicht (S. 85). Sonnenblätter enthalten größere Mengen von Kalziumoxalat als Schattenblätter (S. 86). MONTEVERDE (1889, S. 331) ließ die Spitze einer Erbse in einen dunklen Raum hineinwachsen und darauf wieder aus diesem herauswachsen: die beleuchteten Teile waren sehr reich an Kalziumoxalat, die im Dunkeln erwachsenen Internodien enthielten fast gar keine Kristalle.

3. Die Bildung von Kalziumoxalat tritt in erwachsenen Laubblättern auch energisch ein, wenn man sie in kohlensäurefreier Atmosphäre beleuchtet (S. 88).

4. Weiße Blätter der panachierten Form von *Acer negundo* enthalten nur winzige und spärliche Kristalle, grüne reichlich Kalziumoxalatkristalle. (S. 86.)

Was in I angeführt ist, findet man in meiner Abhandlung (1918) belegt; die unter II aufgeführten Sätze sind der Arbeit von O. WARBURG (1886) entnommen und die unter III mitgeteilten (mit Ausnahme der Angabe von MONTEVERDE) der Arbeit von SCHIMPER (1888).

Die Vergleichung der drei sich in den Laubblättern abspielenden Prozesse läßt also folgendes erkennen.

Eine schwache Eiweißbildung (I, 1) findet in den Laubblättern auch im Dunkeln statt, ebenso eine schwache Entsäuerung und eine schwache Oxalatbildung.

Das Licht fördert die Eiweißbildung (I, 2) und ebenso die Entsäuerung und die Oxalatbildung.

Kräftige Eiweißbildung in beleuchteten Laubblättern findet auch statt, wenn man sie in kohlensäurefreie Atmosphäre bringt, ebenso eine energische Entsäuerung und Oxalatbildung.

Im beleuchteten farblosen Laubblatt ist Eiweißbildung, Entsäuerung und Oxalatbildung kaum bemerkbar.

Diese Übereinstimmung macht es zuerst wahrscheinlich, daß die 3 Prozesse mit einander im Zusammenhange stehen, und ich werde weiter zu zeigen versuchen, wie dieser Zusammenhang höchstwahrscheinlich beschaffen ist.

Nach meiner Ansicht benutzen die grünen Laubblätter, welche die Fähigkeit haben, kleine Mengen Eiweiß schon im Dunkeln zu bilden, sehr große Mengen aber im Licht zu erzeugen, Kohlehydrate und N, S, P, die aus anorganischen Metallsalzen stammen, zum Aufbau des Eiweißes. Dabei werden aus diesen Salzen die Basen frei, welche durch von den Blättern erzeugte organische Säuren neutralisiert werden.

Um einen kurzen Ausdruck für diese Beziehungen zu haben, an dem wir zugleich annähernd die Mengenverhältnisse übersehen können, in welchen die verschiedenen Komponenten zur Wirkung kommen, habe ich die folgende Formel aufgestellt, welche die Anfangs- und Endglieder des Prozesses aufzeichnet.

$$27C_6H_{12}O_6 + 24N_2O_6Ca + SO_4Ca + 25C_2O_4H_2 =$$
$$C_{162}H_{262}N_{48}SO_{53} + 201O + 25C_2O_4Ca + 56H_2O$$

Setzen wir für Kalziumsulfat 1, so erhalten wir für die Molekulargewichte folgende Verhältniszahlen.

Kohlehydrat	Kalziumnitrat	Kalziumsulfat	Oxalsäure =
35,7	28,9	1	16,5
Eiweiß	Sauerstoff	Oxalat	Wasser
26,7	23,7	23,6	7,4

An diese Formel will ich die weiteren Auseinandersetzungen anknüpfen.

Über die Art der ergastischen Proteinstoffe, welche in den Chloroplasten unter dem Einflusse des Lichtes entstehen, weiß man noch nichts. Möglich ist es, daß mehrere Proteinstoffe zugleich entstehen, unter denen, nach den mikrochemischen Reaktionen zu urteilen, auch Nukleoproteide eine Rolle zu spielen scheinen. Ich habe eine Formel geschrieben, die der mittleren Zusammensetzung der Albumine und Globuline entspricht.

Als Stickstoffquelle für die Eiweißbildung in den Laubblättern habe ich ein Nitrat eingesetzt. Soweit mir bekannt ist, sind von denjenigen Stickstoffverbindungen, aus denen die Laubblätter Eiweiß zu bilden vermögen, nur Nitrate in den Blättern als allgemein vorkommend nachgewiesen worden, und es ist höchst wahrscheinlich, daß selbst Ammonsalze in der Natur nicht in die Blätter gelangen.

Das Vorkommen von Nitraten in den Laubblättern ist z. B. von SCHIMPER (1888, S. 121), von MOLISCH (1883, S. 152) und von SERNO (1890) nachgewiesen worden, und daß Laubblätter Eiweiß auf Kosten von Nitraten bilden, ist Tatsache.

SCHIMPER (1888, S. 136) hat nun auch in Übereinstimmung mit unserm Satze I, 2 nachgewiesen, daß die Nitrate der Laubblätter im Lichte schnell, im Dunkeln in nicht merkbarer Weise verbraucht werden.

In Übereinstimmung mit dem Satze I, 4 fand SCHIMPER, daß in farblosen Stellen panachierter Blätter das Nitrat im Lichte nicht merklich verschwindet.

Als Metall habe ich Kalzium gesetzt. Dieses und Kalium sind in der Asche der Blätter ungefähr gleich viel, manchmal bis zu 50 % enthalten, während der Gehalt an Magnesium und Natrium meist nur je den 10. Teil des Kalziumgehaltes beträgt.

Wenn ich die Oxalsäure in die Formel aufnahm, so geschah es wegen ihres häufigen Vorkommens in den Laubblättern. Obgleich das Fehlen einer genügenden Kalziummenge ein Faktor ist, der Fehlen des Oxalates bedingen kann, hat doch z. B. BORODIN (1893), der 913 Angiospermenspezies untersuchte, bei 40 % derselben in den Laubblättern Oxalat gefunden.

Nur dann, wenn eine Spezies die Gewohnheiten hat, genügend Ca in die Laubblätter zu schaffen und wesentlich nur Oxalsäure als organische Säure zu bilden, ist die Menge des im Blatte auftretenden Oxalates ein guter Maßstab für die Säureerzeugung im Blatte, und es können nur an solchen Blattspezies die unter III aufgezählten Sätze gewonnen werden. Bei vielen Pflanzen wird nicht Oxalsäure in den Blättern erzeugt, sondern es werden andere organische Säuren zur Bindung der Basen gebildet, so z. B. bei den Crassulaceen Apfelsäure, die bekanntermaßen unter Umständen 50 % des Trockengewichtes der Blätter ausmachen kann. Am häufigsten scheinen die organischen Säuren der Blätter wesentlich nur jeweils in derjenigen Menge erzeugt zu werden, welche zur Neutralisation der Basen nötig ist, die bei der Eiweißbildung frei werden, so daß der Zellsaft solcher Blätter zu allen Tageszeiten ungefähr gleich viel freie Säure enthält (DE VRIES 1885, S. 80). Doch haben auch zahlreiche andere Blätter anscheinend mehr oder weniger die Gewohnheit, in der Nacht im Voraus Säure zu erzeugen.

Bei diesen Pflanzen ist der Säurebildungsprozeß durch einen Erregungsvorgang mit dem durch den Eiweißbildungsprozeß bedingten Auftreten der freien Basen verknüpft. Diese reizen den Protoplasten zur Produktion organischer Säuren, und zwar dauert die Erzeugung derselben nicht wesentlich länger als das Bestehen freier Basen im Protoplasten. WEHMER (1891, S. 253) fand diese Verknüpfung bei einem Oxalsäure bildenden Pilze und sagte: „Trotzdem besteht aber mehrfach eine interessante und nahe Beziehung der Oxalsäure zur Zersetzung nutzbarer Mineralsalze, indem sie eben in solchen Fällen, wo durch Konsum, insbesondere der Salpetersäure, Basis disponibel wird, mit dieser ein Oxalat bildet, die Säure in Salzform hingegen fehlt, wo diese Bedingung nicht gegeben ist." BENECKE (1903) experimentierte mit Mais. Dieser erzeugt, wenn ihm Nitrat und Kalzium zugeführt wird, in den Blättern Oxalsäure, wenn ihm jedoch BENECKE (S. 94) Stickstoff nur in Form von Ammoniumsulfat bot, zeigte sich folgendes: „Es ergibt sich dann das Resultat, welches die WEHMERschen *Aspergillus*versuche erwarten ließen: Die Ammoniumpflanze ließ CO_2 in der Asche kaum erkennen und die Analyse ergab auch kein Oxalat, so daß im besten Falle ganz geringe Mengen in derselben vorhanden waren."

Zu diesen Pflanzen gehörte auch das von STEINMANN (1917) untersuchte *Rheum*. STEINMANNS tatsächliche Angaben stehen mit unserer Anschauung völlig in Einklang. Ganz ähnlich liegen meiner Meinung die Verhältnisse bei derjenigen (übrigens durch Mittelformen mit den vorhergehenden verbundenen) Pflanzen, deren Blätter durch Beleuchtung zu einer länger andauernden Säureproduktion angeregt werden (siehe DE VRIES 1884); denn diese Pflanzen müssen auch durch das Licht zu einer erheblichen Eiweißbildung veranlaßt werden und die dabei frei werdenden Basen müssen als Reizursache für die Säurebildung wirken. Sie unterscheiden sich von der vorherbesprochenen Kategorie von Pflanzen nur durch die erheblich längere Nachwirkung des Reizes.

Solche Gewächse sind vorzüglich die sogenannten Fettpflanzen, aber auch viele andere mit gegen Transpiration gut geschützten Assimilationsorganen (WARBURG, S. 76). Man darf die bei solchen Pflanzen vorliegenden Verhältnisse wohl so auffassen, daß sich diese Pflanzen, welche durch die am Tage stattfindende Beleuchtung zu einer Bildung organischer Säuren gereizt werden, welche länger als eine Nacht andauern kann (DE VRIES 1884, S. 353, — 1885,

S. 88; WARBURG, S. 71), des Nachts einen Säurevorrat schaffen, der vorzüglich zur Bindung der bei Beleuchtung am Tage frei werdenden Basen dient. Das sind nun auch die Pflanzen, an denen die unter III mitgeteilten Resultate gewonnen wurden.

Wenn wir unsere Formel betrachten, so sehen wir, daß nach derselben bei der Eiweißbildung aus Kohlehydraten und Nitraten viel Sauerstoff verfügbar werden muß. (Bei Apfelsäure auf 0,01 g 6,6 ccm Sauerstoff bei 15°, 760 mm.) Dieser Sauerstoff könnte sofort wieder zur Bildung von Säuren aus Kohlehydraten benutzt oder sonstwie gebunden werden, so vielleicht völlig bei den Pflanzen der ersten Kategorie. Bei den Fettpflanzen, die ja einen Säureüberschuß zur Verfügung haben, wird er mindestens teilweise frei. Wenn die des Nachts angesäuerten Blätter beleuchtet werden, so daß energische Eiweißbildung erfolgt, scheiden sie Sauerstoff aus (AD. MAYER, S. 432; WARBURG, S. 62, 100). Ganz unserer Anschauung entsprechend, scheint Parallelität zwischen der Sauerstoffausscheidung und Säureabnahme zu bestehen (WARBURG, S. 100).

Unsere Formel erscheint also durch verschiedene Tatsachen gestützt. Ich habe die Meinung, daß genaue quantitative mikrochemische und physiologische Untersuchungen, welche an verschiedenen Stellen ansetzen könnten, die Richtigkeit meiner kurz skizzierten Auffassung erweisen werden.

Literatur.

BENECKE, Über Oxalsäurebildung in grünen Pflanzen; Bot. Zeitung 1903, S. 79.

BORODIN, Über diffuse Ablagerung von Kalkoxalat in den Blättern; Bot. Zentralblatt, 14. Bd. 1893, S. 210.

MAYER, AD., Über die Bedeutung der organischen Säuren in den Pflanzen; Die landwirtsch. Versuchs-Station, 18. Bd., 1875, S. 410.

MEYER, ARTH., Eiweißstoffwechsel und Vergilben der Laubblätter von *Tropaeolum majus*; Flora Bd. 111/112, 1918, S. 85.

MOLISCH, Über den mikrochemischen Nachweis von Nitraten und Nitriten in der Pflanze mittels Diphenylamin und Brucin; Ber. der Deutsch. Bot. Ges. 1883, S. 150.

MONTEVERDE, Über die Ablagerung von Kalzium- und Magnesium-Oxalat in der Pflanze; Bot. Zentralblatt Bd. 43, 1890, S. 328.

SCHIMPER, A. F. W., Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze; Flora 1890, S. 207.

— Über Kalkoxalatbildung in den Laubblättern; Bot. Zeitung 1888, S. 81.

SERNO, Landwirtschl. Jahrb. Bd. 18, 1890, S. 877.

STEINMANN, ALF. B., Studien über die Azidität des Zellsaftes beim Rhabarber; Zeitschr. f. Bot., 9. Jahrg., 1917, S. 1.

DE VRIES, HUGO, Über die periodische Säurebildung der Fettpflanzen, Botan. Zeitung 1884, S. 337.
— Über die Periodizität im Säuregehalte der Fettpflanzen; Verslagen en Mededeelingen der Koninkl. Akad. von Wetenschappen, Afd. Naturk. 1885, S. 58.
WARBURG, Über die Bedeutung der organischen Säuren für den Lebensprozeß der Pflanzen, speziell der sogenannten Fettpflanzen; Unters. aus d. Bot. Inst. z. Tübingen, Bd. 2, Heft 1, 1886, S. 53.

62. A. Ursprung: Über den Einfluß der Erwärmung auf die Wasseraufnahme untergetauchter Sprosse.

(Eingegangen am 20. Oktober 1918.)

Die Wasseraufnahme einer bewurzelten, transpirierenden Pflanze oder eines abgeschnittenen, transpirierenden Sprosses wird bekanntlich gesteigert, wenn wir die Temperatur der Luft oder der Pflanze erhöhen. Die Ursache der verstärkten Absorption erblickt man gewöhnlich in einer entsprechenden Erhöhung der Transpiration. Diese Erklärung erscheint einleuchtend, da tatsächlich die Transpiration mit der Temperatur zunimmt. Man ist sich dabei wohl bewußt, daß Transpiration und Absorption verschiedene Prozesse sind, die nicht miteinander verwechselt werden dürfen. Unter gewöhnlichen Umständen pflegt man aber Änderungen in der Wasseraufnahme in der Regel einfach auf Transpirationsänderungen zurückzuführen.

Abweichend verhalten sich bekanntlich transpirierende Sprosse kurz nach dem Abschneiden, hier überwiegt die Absorption bedeutend. STRASBURGER ließ daher seine Versuchszweige 1 Stunde lang im Wasser stehen; „die durch negativen Druck innerhalb der Gefäße veranlaßte Saugung dürfte nach jener Zeit aufgehört haben“[1]. Spätere Autoren ließen ihre Sprosse bald länger, bald weniger lang in Wasser. Sind die Luftdruckdifferenzen ausgeglichen, so führt man eine weitere Absorption auf erneute Transpiration zurück; wird jetzt die Transpiration unterdrückt, so sollte daher auch die Absorption aufhören.

---

[1] STRASBURGER, Leitungsbahnen, p. 552.

Die Wasseraufnahme bei fehlender Transpiration.

Belege für eine Wasseraufnahme bei fehlender Transpiration brachten in neuerer Zeit RENNER und JOST[1]). Aber bereits vor 25 Jahren hatten PAPPENHEIM[2]) und BÖHM[3]) die Tatsache festgestellt. Nach PAPPENHEIM ist die Absorption kleinerer Holzstücke und 3 cm dicker Holzscheiben frisch gefällter Tannen bei völligem Untertauchen unter Wasser nach mehreren Tagen zwar geringer geworden, doch ließ sich noch kein Schluß auf das Ende der Saugung ziehen.

Worauf ist nun diese Wasseraufnahme bei fehlender Transpiration zurückzuführen? Nach PAPPENHEIM ausschließlich auf Druckdifferenzen zwischen Außenluft und Binnenluft. Auch VESQUE[4]) bezieht sich auf diesen Faktor. Ebenso führt STRASBURGER[5]) die Wasseraufnahme entlaubter Zweige auf luftverdünnte Räume oder auf noch vorhandene Transpiration zurück.

1898 beobachtete DIXON[6]) an abgeschnittenen Zweigen, die vorher zur Ausgleichung der Luftdruckdifferenzen über 1 Stunde mit der Schnittfläche in Wasser tauchten, einen Eosinaufstieg bei fehlender Transpiration. In beblätterten Zweigen, wo dieser Aufstieg besonders deutlich war, wurde er von DIXON der Pumptätigkeit besonders der Blattzellen zugeschrieben, in entblätterten Zweigen der Pumptätigkeit des Holzparenchyms und der Markstrahlen. In toten Zweigen (Chloroformdampf, heißes Wasser) fand DIXON cet. par. keinen Eosinaufstieg; dagegen steigt nach EWART u. REES[7]) Eosin auch in toten, entblätterten, mit Wasser gesättigten Zweigen bei fehlender Transpiration. Es fehlt jedoch der Nachweis, daß Abtötung und Wassersättigung vollständig waren, wie auch aus DIXONs Angaben das völlige Fehlen von Luftdruckdifferenzen nicht mit Sicherheit zu entnehmen ist.

---

1) JOST, Vers. üb. d. Wasserleitung i. d. Pfl. Zeitschr. f. Bot. 8. 1916, p. 34; hier auch RENNER zit.

2) PAPPENHEIM, Eine Methode z. Bestimmung d. Gasspannung. Diss. Berlin 1892, p. 21.

3) BÖHM, Capillarität und Saftsteigen. Diese Berichte 1893, p. 211.

4) VESQUE, De l'influence de la temp. du sol sur l'absorpt. de l'eon. Ann. sc. nat. 1878, p. 222.

5) STRASBURGER, l. c., p. 574.

6) DIXON, Transp. ints a saturated atmosphere. Notes from the botan. school of Trinity College Dublin 1898, p. 108.

7) EWART and REES, Transp. and ascent of water in trees under Australien conditions. Ann. of Bot. 1910.

In neuerer Zeit sucht man meistens[1]) wieder ohne diese Pumptätigkeit auszukommen. So schreibt RENNER[2]): „Das Nachsaugen bei Unterdrückung der Transpiration durch Entblättern muß nicht auf der Pumptätigkeit lebender Zellen in den Leitbahnen beruhen, sondern kann ganz durch Vorhandensein negativer Gasspannungen, die sich langsam ausgleichen, hervorgerufen werden." JOST[3]) weist darauf hin, daß die Luft der Leitbahnen außer durch Transpiration auch durch Atmung (nach DEVAUX) verdünnt werden kann; von anderen Faktoren ist nicht die Rede. Ist nun tatsächlich bei fehlender Transpiration die Luftverdünnung die einzige Ursache der Wasseraufnahme, so muß diese aufhören, wenn entsprechende Luftdruckdifferenzen fehlen, oder wenn die Gasblasen in den Leitbahnen verschwunden sind.

Einfluß der Erwärmung.

An nicht untergetauchten Pflanzen beobachtete VESQUE[4]) bei rascher Erwärmung des Bodens eine Verminderung der Absorption, die er durch Zunahme des Gasdruckes im Holz erklärte. Gewöhnlich steigt jedoch die Absorption bei Zunahme der Bodentemperatur. Darauf beruht auch das vielfach empfohlene Rezept, welke Blumen durch Einstellen in warmes Wasser wieder turgeszent zu machen. Ähnliche Erfahrungen wurden mehrfach von botanischer Seite publiziert[5]) und besonders auf Verminderung des Filtrationswiderstandes zurückgeführt. Sonst wird allerdings, wenn immer angängig, gesteigerte Wasseraufnahme durch vermehrte Transpiration zu erklären gesucht; so auch bei RENNER[6]) der für die stärkere Absorption eines Sprosses während des partiellen Abbrühens die durch hohe Temperatur verursachte Transpirationsvermehrung verantwortlich macht.

Für das Verhalten untergetauchter Sprosse kommt zunächst eine rein physikalische Erscheinung in Betracht: die Ausdehnung der Gefäßluft. Wie besonders SACHS[7]) zeigte, lassen im

---

[1]) LINDNER (Beitr. z. Biol. d. Pfl., **13**, 1916, p. 84) schreibt die Wasseraufnahme bei fehlender Transpiration vitalen Vorgängen, besonders der Kohlenhydratsynthese zu.

[2]) RENNER, Exper. Beitr. z. Kenntnis d. Wasserbewegg., Flora 1911, p. 196.

[3]) JOST, Vers. üb. Wasserleitung, Zeitschr. f. Bot. 8, 1916, p. 34.

[4]) VESQUE, l. c., p. 189.

[5]) Zuletzt bei HOLLE, Unters. über Welken etc., Flora 8, 1915.

[6]) RENNER, l. c., p. 206.

[7]) SACHS, Ges. Abh., I, p. 538.

Winter abgeschnittene Ast- und Stammstücke beim Eintauchen in warmes Wasser aus dem Querschnitt Wasser austreten. Aus demselben Grunde muß im Frühjahr bei Erwärmung der oberirdischen Teile Wasser in die noch kalte Wurzel gepreßt werden[1]. Hiernach wäre also beim Erwärmen untergetauchter Sprosse eine Abgabe von Wasser oder doch mindestens eine Verlangsamung der Aufnahme zu erwarten. DIXON[2]) beobachtete aber in der schon zitierten Arbeit gerade das Gegenteil; in einem unter Wasser getauchten, beblätterten Zweig stieg Eosin rascher auf, wenn das Wasser nicht kalt (12 °), sondern warm (25—30 °) und der Zweig belichtet war. Die Erklärung erblickt er in einer Steigerung vitaler Prozesse durch erhöhte Temperatur und in der vermehrten Sauerstoffzufuhr infolge der Assimilation. DIXONs Angaben haben wenig Beachtung gefunden und waren auch mir nicht gegenwärtig, als ich im Sommer 1914 die Versuche anstellte, die im Folgenden besprochen werden sollen.

Eigene Versuche.

Das Versuchsmaterial bildeten turgeszente, beblätterte Zweige von *Fagus* und *Thuja*. Der Zweig tauchte in horizontaler Lage in einer Blechwanne unter Flüssigkeit (meist Wasser, seltener Paraffinöl), mit Ausnahme der Schnittfläche und eines kurzen entrindeten Stückes, die in einem Potetometer mit horizontaler Kapillaren steckten. Die Wanne wurde durch untergestellte Brenner erwärmt und die Temperatur an einem Thermometer abgelesen, dessen Kugel sich etwa in der Mitte der Blattmasse befand. Das Potetometer war gegen Erwärmung ausreichend isoliert. Die Ablesungen von Potetometer und Thermometer erfolgten meistens von Minute zu Minute, sind aber im Folgenden nur in größeren Intervallen wiedergegeben, soweit die Absorptionskurve regelmäßigen Verlauf zeigte. „Temp." bedeutet die am Thermometer abgelesene Temperatur, „Absorpt." die Wasseraufnahme pro 30 Sek. in Millimetern der Potetometerkapillaren. Ein Minuszeichen zeigt Ausscheidung an. Die Zweige standen vor dem Versuch mehrere Stunden in Wasser; die Aufzeichnung und Erwärmung begann erst, nachdem die Wasseraufnahme einigermaßen konstant geworden war.

---

1) Vgl. SACHS, Ges. Abh., I, p. 463.

2) DIXON, l. c.

1. *Thuja*-zweig unter Paraffinöl. Juni 1914. Vor erster Ablesung 3 Stunden unter Öl. Die Erwärmung von 20°—55° erfolgt in 40 Minuten.

Temp.	20,5°	21°	21,5°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°
Absorpt.	5,5	5.5	5.5	5,5	5,5	5.5	5.5	5,5	5,5	5
Temp.	29°	31°	34°	35°	35,5°	36°	50°	55°		
Absorpt.	5,5	5	5,5	5	72	77	65	58		

2. *Thuja*-zweig unter Wasser. Erwärmung von 16°—67° in $1^1/_2$ Stunden.

Temp.	16°	18°	20°	24°	26°	30°	35°	38°	43°	46°
Absorpt.	8	8.5	9	9,5	9	8.5	8	8	8,5	7,5
Temp.	52°	58°	58,5°	60°	60.5°	61°	62°	62,5°	67°	
Absorpt.	7	7	59	45	30	22	11	2,5	—2	

3. *Fagus*-zweig unter Wasser. 1,2 m lang mit 470 Blättern. 9. Juli. Erwärmung von 19°—70° in $2^1/_2$ Stunden.

Temp.	19°	22°	25°	28°	30°	32°	35°	40°	52°	53°	54°	55°
Absorpt.	25	18	14	8	—1	0	0	5	7	13	23	35
Temp.	56°	56,5°	57,5°	58°	59°	60°	61°	62°	66°	70°		
Absorpt.	49	58	68	60	45	17	4	—4	—27	—38		

4. *Fagus*-zweig. Ähnlich dem vorigen. Vor dem Versuch 10 cm über der Schnittfläche auf 30 cm mit Wasserdampf abgetötet. Erwärmung von 16°—61° in 45 Minuten.

Temp.	16°	17°	20°	25°	29°	36°	40°	48°	50°	50,5°
Absorpt.	24	18	8	2	—5	—18	—21	—3	5	16
Temp.	51°	51,5°	54°	57°	58°	61°				
Absorpt.	40	48	57	52	33	—5				

Ich beschränke mich auf die Wiedergabe dieser Beispiele, aus denen der charakteristische Verlauf der Versuche zu ersehen ist. Zuerst hat die Erwärmung nur geringen Einfluß auf die Absorption oder führt zu einer oft beträchtlichen Ausscheidung, dann aber folgt ein auffälliges, starkes Ansteigen der Wasseraufnahme, das jedoch bald wieder nachläßt und zuletzt in Ausscheidung übergeht.

Bei der Analyse dieser Erscheinung haben wir zu unterscheiden zwischen dem Einfluß der Temperatur auf die toten Elemente und die lebenden Zellen.

Tote Elemente. Die Gasblasen der Leitbahnen vergrößern beim Erwärmen ihr Volumen $v_t = v_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$, oder ihren Druck $p_t = p_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$, was die Wasseraufnahme verringern muß. Über die Auflösung des Gases im Gefäßwasser ist zu bemerken, daß das von einem Volumen Flüssigkeit absorbierte Gasgewicht mit steigendem Druck zu- und mit steigender Temperatur in der Regel abnimmt. Die von CLAUSSEN studierte Fähigkeit frischen Holzes Luft zu absorbieren kommt bei der kurzen Dauer unserer Versuche kaum in Betracht; zudem nimmt, soweit bekannt, die z. B. von Kohle adsorbierte Gasmenge mit der Temperatur ab.

Wie die Gasblasen, so dehnt sich auch die Flüssigkeit der Leitbahnen beim Erwärmen aus, allerdings in viel geringerem Maße (Wasser, Vol. bei 4° = 1, bei 100° = 1,04). Wichtiger ist der Einfluß der Temperatur auf die innere Reibung η, da sie nach der POISEÜILLEschen Formel $Q = \frac{\pi}{8\,\eta} \cdot \frac{PR^4}{L} \cdot T$ die Ausflußmenge Q stark beeinflußt.

	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
$\eta =$	0.018	0,013	0.010	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004

Durch alle diese Veränderungen ist der Verlauf unserer Absorptionskurve, wie leicht ersichtlich, nicht erklärbar. Die Wände könnten eine Rolle spielen durch Wasseraufnahme oder durch Änderung des Zellumens bei der Quellung. Gewöhnlich pflegt man zu sagen, daß die Quellung bei hoher Temperatur rascher erfolgt. In dieser Form ist der Satz jedoch ungenau, da er nach den vorliegenden Erfahrungen mit Erbsen[1]) nur für gleiche Quellungsphasen gilt. Infolgedessen haben wir in den letzten Phasen der Quellung auch bei höherer Temperatur eine kleinere Quellungsgeschwindigkeit als in den Anfangsphasen bei niederer Temperatur. Das Quellungsmaximum ist, soweit untersucht, bei verschiedenen Temperaturen dasselbe[2]). In unseren Versuchen kann dieser Faktor somit nur eine untergeordnete Rolle spielen, da die Wände von Anfang an mit Wasser imbibiert waren. Ebensowenig ist von Lumenveränderungen ein nennenswerter Einfluß zu erwarten, zeigt doch nach EWART[1]) die Ausflußmenge aus Zweigstücken dieselbe Temperaturabhängigkeit wie die Konstante der inneren Reibung.

---

[1]) DIMITRIWICZ, bei REINKE in Hansteins botan. Abh. 4, 1879, p. 82.

[2]) Mit Holz scheinen keine brauchbaren Versuche vorzuliegen; die Experimente von DETMER (Sammlg. physiol. Abh. von PREYER, 1. Reihe, Heft 8, 1877, p. 38) oder SACHS (Ges. Abh. I, p. 446) sind schon deshalb nicht verwertbar, weil nur die totale Wasseraufnahme (Wand und Lumen) bestimmt wurde.

Damit sind die in toten Elementen vor sich gehenden Veränderungen jedoch keineswegs erschöpft. Die Volumschwankungen der Blasen beeinflussen die leitende Querschnittsfläche, die Druckschwankungen die Stellung der Schließhäute etc. Es waren daher Versuche erwünscht, welche die aus all diesen Komponenten resultierende Gesamtänderung erkennen lassen. Zu diesem Zwecke wurden den früher benutzten möglichst ähnliche Zweige abgetötet und hierauf mit der Schnittfläche in Wasser längere Zeit der Transpiration überlassen; dann kamen sie, wie die lebenden, unter Flüssigkeit ans Potetometer.

1. *Thuja*-zweig, tot.

Temp.	16°	18°	20°	21°	24°	26°	32°	35°	38°	43°
Absorpt.	5	4,5	4	3,5	3	3	3	2	2	2
Temp.	46°	52°	58°	60°	67°					
Absorpt.	2	2	2	2	2					

2. *Fagus*-zweig, reich beblättert, tot.

Temp.	19°	21°	22°	27°	34°	43°	48°	53°	55°	57°
Absorpt.	3	1	0	−2	−4	−6	−10	−13	−16	−18
Temp.	60°	63°	65°	68°	—	82°				
Absorpt.	−20	−21	−18	−18		−12				

3. *Fagus*-zweig, reich beblättert, tot.

Temp.	17°	20°	27°	30°	36°	44°	52°	64°	68°	74°
Absorpt.	110	98	89	75	65	51	33	18	12	−2

In den toten Zweigen nahm die Absorption mit steigender Temperatur beständig ab; das auffällige, in lebenden Zweigen allgemein beobachtete, starke Ansteigen ist somit zweifellos auf die lebenden Zellen zurückzuführen.

Lebende Zellen. Die an die Leitbahnen grenzenden lebenden Zellen verdünnen durch ihre Atmungsfähigkeit, wie DEVAUX[2]) zeigte, die Gefäßluft; sie entziehen ihr Sauerstoff ohne ihn durch CO_2 völlig zu ersetzen. Hiernach muß die Luftverdünnung mit steigender Atmung, also mit steigender Temperatur zunehmen und tatsächlich fand auch DEVAUX in Versuchen mit Rebenzweigen folgende Drucke: bei 5°—10° 0,95 Atm., bei 17°—18° 0,92 Atm., bei 35° 0,89 Atm. Werte von dieser Größenordnung reichen aber nicht aus, um die beobachtete Absorptionszunahme zu erklären und zudem nimmt der Atmungsquotient Q_{10} mit steigender Temperatur noch bedeutend ab[1]). Ferner scheint die Absorptionssteigerung durchaus nicht an das Vorhandensein von Gefäßluft gebunden zu sein, denn gerade die relativ luftarmen Blätter bedingen ein besonders hohes Ansteigen der Wasseraufnahme.

---

[1]) EWART, On the ascent of water in trees. Phil. Trans. Roy. Soc. London B. 198, 1905, p. 69.

[2]) DEVAUX, Sur une action permanente qui tend à provoquer une tension négative dans les vaisseaux du bois. Compt. rend. Paris. 1902.

Damit gelangen wir zur Saugkraft lebender Zellen, die für die Erklärung unserer Erscheinung von fundamentalster Bedeutung ist und vielfach, so auch von JOST[2]) ganz übersehen wurde. Den lebenden Zellen turgeszenter Pflanzen kommt unter normalen Witterungsverhältnissen eben nicht nur ein hoher osmotischer Wert, sondern auch eine bedeutende Saugkraft zu. Eine Erweiterung der früheren Zahlenwerte über die Größe der Saugkraft[3]) ist in Vorbereitung. Hier sei nur erwähnt, daß eine Palisade von *Fagus silvatica* Ende Juni, 3 Tage nach Regen, nachm. 2 Uhr untersucht, ihr Volumen beim Einlegen in destilliertes Wasser um 90 % vergrößerte; eine chlorophyllreiche Zelle eines Schuppenblattes von *Thuja* bald nach Regen um 30 %. Es können somit auch in turgeszenten Pflanzen die lebenden Zellen noch beträchtliche Wassermengen aufnehmen.

Da Saugkraft der Zelle = Saugkraft des Inhaltes — Wanddruck, so haben wir die Abhängigkeit des Wanddruckes und des osmotischen Wertes von der Temperatur zu untersuchen.

Was den Wanddruck betrifft, so fehlen ausführliche Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf die Elastizitätsverhältnisse imbibierter Wände. Für Wände, wie sie in meinen Versuchssprossen in Betracht fallen, ist nach KOLKWITZ[4]) bei der kurzen Einwirkung ein bedeutender Einfluß nicht zu erwarten.

---

[1]) Vgl. z. B. JOST, Über die Reaktionsgeschwindigkeit im Organismus. Biolog. Centralbl. **26**, 1906, p. 225.

[2]) JOST, l. c., Zeitschr. f. Bot. 8, 1916, p. 34

[3]) URSPRUNG u. BLUM, Zur Kenntnis der Saugkraft. Diese Berichte 1916, p. 539.

[4]) KOLKWITZ, Unters. über Plasmolyse, Elastizität, Dehnung etc. an lebendem Markgewebe. Beitr. z. wiss. Bot. 1, 1896, p. 239 u. 228.

Ein solcher war auch in einem Dehnungsversuch, bei dem ich die Temperatur bis 70° steigerte, nicht zu erkennen. — Der osmotische Wert zeigt eine doppelte Abhängigkeit von der Temperatur: wir wollen die eine als rein physikalische, die andere als physiologische[1]) bezeichnen. Die erstere ergibt sich nach VAN'T HOFF aus der Gleichung $p_t = p_o\left(1 + \frac{t}{273}\right)$, d. h. bei einer Temperaturerhöhung um 10° würde der osmotische Wert steigen von 100 auf 103,67. Die physiologische Temperaturabhängigkeit kann viel größere Ausschläge ergeben. So maß COPELAND[2]) an *Phaseolus*-wurzeln bei 27° einen osmotischen Wert von 1,5 % KNO_3, bei 37° von 3 % KNO_3, an *Faba*-wurzeln bei 34° von 1,5 %, bei 37° von 3 %. Kürzlich fand BÄCHER[3]) in meinem Institut an den geflügelten Stengeln von *Cytisus sagittalis* als Mittelwert aller untersuchten Gewebe bei 20° 0,81, bei 37° 1,15 Mol Rohrzucker. Da jedoch die Erwärmung bei COPELAND mehrere Tage, bei BÄCHER sogar ein paar Wochen dauerte, sind diese Resultate auf unsere Versuche nicht anwendbar. Schon nach 4–5 Stunden fand PANTANELLI[4]) bei *Aspergillus* eine bedeutende Steigerung des osmotischen Wertes, die aber natürlich nicht generalisiert werden darf. Es waren daher orientierende Versuche an meinem Untersuchungsmaterial notwendig. Zu dem Zwecke wurden *Thuja*zweige wie bei den Potetometerversuchen unter Wasser während zirka 3 Stunden erwärmt und dann auf dem heizbaren Objekttisch in Rohrzuckerlösungen von derselben Temperatur untersucht. Der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse schwankte in den chlorophyllführenden Zellschichten der Schuppenblätter

bei	16°	zw.	0,80—1,20	Mol.	Rohrz.
,,	30°	,,	0,75—1,10	,,	,,
,,	45°	,,	0,65—1,10	,,	,,
,,	50°	,,	0,70—0,95	,,	,,
,,	52°	,,	0,65—0,75	,,	,,
,,	53°	,,	0,60—0,70	,,	,,
,,	55°	bei	0,70 alles plasmolysiert; etwa die Hälfte der Zellen zeigt keine Deplasmolyse mehr.		

---

[1]) Natürlich sind auch hier physik.-chem. Prozesse im Spiele.

[2]) COPELAND, Einfluß v. Licht u. Temp. auf den Turgor. Dissertation Halle 1896.

[3]) Noch nicht veröffentlicht.

[4]) PANTANELLI, Zur Kenntnis d. Turgorregulation bei Schimmelpilzen. Jahrb. f. wiss. Bot. **40**, 1904, p. 328.

Die vorliegenden Erfahrungen — die allerdings noch der Erweiterung und Ergänzung bedürfen[1]) — ergeben somit keine Anhaltspunkte, um unsere Absorptionskurve auf Änderungen des osmotischen Wertes zurückzuführen. Dieses Resultat kann nicht überraschen, wenn man bedenkt, daß nach RYSSELBERGHE[2]) und neuerdings auch nach DELF[3]) bei höherer Temperatur nicht nur die Wasseraufnahme rascher erfolgt, sondern auch die Wasserentziehung durch ein Plasmolytikum von bestimmter Konzentration[4]).

Eine wichtige Rolle für die Wasseraufnahme lebender Zellen spielt neben der Saugkraft auch der Filtrationswiderstand. Wenn einer Zelle die Saugkraft fehlt, ist die Absorption natürlich Null; bei konstanter Saugkraft erfolgt die Wasseraufnahme um so rascher, je kleiner der Filtrationswiderstand ist. Der Filtrationswiderstand lebender Zellen setzt sich zusammen aus dem Filtrationswiderstand von Zellwand und Plasma. Durch die tote Wand scheint die Filtration, so weit bekannt, nach ähnlichen Gesetzen zu verlaufen, wie das Strömen durch Kapillaren[5]). Da unsere Absorptionskurve aber ein anderes Verhalten zeigt, bleibt jetzt zur Erklärung, so weit ich sehe, nur noch die Permeabilität des Plasmas übrig. Im Jahre 1914 war ich diesbezüglich auf die Angaben VAN RYSSELBERGHES[5]) angewiesen, nach welchen im allgemeinen die Permeabilität mit der Temperatur zwar steigt; da aber die maximale Erwärmung 30° betrug, und da von 20° aufwärts die Permeabilität nur noch wenig oder überhaupt nicht mehr zunahm, so boten sich auch hier keine Unterlagen zur Erklärung unserer Absorptionskurve. Ob eine Erklärung auf diesem Wege überhaupt unmöglich ist, ließ sich jedoch aus der Arbeit von VAN RYSSELBERGHE nicht entscheiden; es ergab sich vielmehr nur die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen. Infolge anderweitiger Inanspruchnahme konnte ich dieselben jedoch nicht ausführen und so

---

1) Auch beziehen sich die gemessenen osmot. Werte auf den Zustand der Grenzplasmolyse und nicht auf das natürliche Volumen.

2) VAN RYSSELBERGHE, Influence de la température sur la perméabilité. Rec. Inst. bot. Bruxelles, 5, 1902.

3) DELF, Studies of protoplasmic permeability. Ann. of Bot. 1916, p. 283.

4) Da mit der Temp. auch die Zusammensetzung und Spannung der Gefäßluft variieren kann, sei erwähnt, daß nach BUCHHEIM (Einfluß d. Außenmediums auf d. Turgordruck. Diss. Bern, 1915, p. 40) bei *Cylindrocystis* der osmot. Wert von 9,46 auf 8,74 sank, als aus dem Wasser das CO_2 entfernt wurde; ferner erfolgte durch Evakuieren auf 40 cm Hg ein Sinken von 10,27 auf 10,03 bzw. von 10,50 auf 10,12.

5) VAN RYSSELBERGHE, Influence de la temp. sur la perméabilité du protoplasma vivant etc. Rec. Inst. Bot. Bruxelles 5, 1902, p. 209.

wäre auch die vorliegende Mitteilung noch weiter hinausgeschoben worden, wenn nicht unterdessen durch DELF[1]) und besonders durch STILES und JORGENSEN[2]) die Lücke teilweise ausgefüllt worden wäre. Die beiden letzten Autoren fanden an Kartoffelscheiben in dest. Wasser die folgenden Gewichtszunahmen:

10°		20°		30°		40°	
Zeit in Stunden	Gew.-Zunahme in %	Zeit in Stunden	Gew.-Zunahme in %	Zeit in Stunden	Gew.-Zunahme in %	Zeit in Stunden	Gew.-Zunahme in %
—	—	0,65	5,6	0,53	9,1	0,60	19,6
1,23	4,4	1,27	8,7	1,28	12,6	1,80	14,4
1,95	5,8	2,00	10,2	2,00	15,1	2,02	10,3
2,85	7,2	2,87	11,8	2,87	17,7	2,87	5,8
4,98	8,9	5,03	14,5	5,05	20,6	5,08	— 5,8
6,57	10,8	6,65	16,2	6,67	22,5	6,08	— 8,2
18,80	19,8	19,23	20,6	—	—	19,68	— 14,6

Wie diese Tabelle zeigt, weist die Wasseraufnahme lebenden Parenchyms in ähnlicher Weise eine starke prämortale Steigerung auf wie unsere Absorptionskurve. Es kann also nicht mehr zweifelhaft sein, daß der auffällige Verlauf unserer Kurve den lebenden Zellen zuzuschreiben ist.

Schwieriger hält es den zwingenden Beweis zu erbringen, daß die Permeabilitätsänderung die Ursache ist. Die Wasseraufnahme lebender Zellen hängt, wie wir oben sahen, von verschiedenen Faktoren ab (osmot. Wert, Elastizitätsverhältnisse und Permeabilität der Zellwand, Permeabilität des Plasmas) und weder VAN RYSSELBERGHE noch die späteren Autoren versuchten die Erscheinung genauer zu analysieren. VAN RYSSELBERGHE schrieb die Änderung der Wasseraufnahme einfach der Permeabilitätsänderung des Plasmas zu, während STILES und JORGENSEN bei der Kompliziertheit des Problems sich jeder weiteren Schlußfolgerung enthalten. Auch in unserem Falle läßt sich eine endgültige Entscheidung nicht fällen; immerhin folgt aus dem Vorhergehenden mit großer Wahrscheinlichkeit, daß die Permeabilitätsänderung des Plasmas, wenn auch nicht die einzige, so doch jedenfalls die hauptsächlichste Ursache für das starke prämortale Ansteigen der Absorptionskurve ist. Das auf das prämortale Steigen folgende Sinken der Kurve beruht auf der Abnahme der Semipermeabilität, die mit dem Tode völlig verloren geht; die sich kontrahierenden Zellen pressen dann so lange Zellsaft aus, bis die Wände entspannt sind.

---

[1]) DELF, l. c.

[2]) STILES and JORGENSEN, Studies in permeability. Ann. of Bot. 1917, p. 415.

Schluß.

Die Wasseraufnahme untergetauchter Zweige beim Erwärmen stellt, wie wir sahen, einen ziemlich verwickelten Vorgang dar. Neben den lebenden Zellen (besonders durch ihre Saugkraft und die Anderung der Permeabilität) spielen auch die toten Leitbahnen (besonders durch Ausdehnung der Luft, Fehlen oder Vorhandensein von Gefäßen und Änderung der Viskosität) eine wichtige Rolle. Der erste Teil der Absorptionskurve ist der Hauptsache nach durch die Ausdehnung der Luftblasen bedingt, hat also eine rein physikalische Ursache. Er begegnet uns daher auch bei toten Zweigen und fällt im gefäßreichen Buchenzweig besonders steil ab. Sobald die auf der Tätigkeit lebender Zellen beruhenden physiologischen Faktoren ins Übergewicht kommen, fängt das Steigen an, das vornehmlich im prämortalen Zustand stark ist und nach Eintritt des Todes in Wasserabgabe, also erneutes Fallen der Kurve übergeht. Damit ist der Verlauf der Absorptionskurve in den Hauptzügen erklärt.

Wie leicht ersichtlich, wird die Wasseraufnahme nicht nur bei verschiedenen Arten, sondern auch bei derselben Pflanze verschieden ausfallen, je nach den vorausgehenden Witterungsverhältnissen; sie wird außerdem von der Art der Erwärmung abhängig sein.

Zum Schluß soll noch auf einige Details eingegangen werden.

Bei Beginn der Erwärmung beobachtete ich mehrfach ein momentanes Steigen der Absorption, also ein lokales Nebenmaximum in dem absteigenden Kurvenast. Als Beleg führe ich ein paar Zahlen an aus dem absteigenden Kurvenast eines Buchenzweiges.

Zeit	9^{h}46	9^{h}52	9^{h}54	9^{h}59	10^{h}07
Temperatur	17,5°	17,5°	22,5°	23°	26°
Absorption	11	11 ×	24	6	−8

Die Erwärmung begann bei ×. Die Erklärung besteht vermutlich darin, daß die Erwärmung anfänglich nur lebende Zellen, besonders in den Blättern betroffen hatte und noch nicht bis zur Gefäßluft vorgedrungen war.

Werden dagegen später, im Verlaufe langsamer Erwärmung, die Flammen plötzlich groß gedreht (bei ×), so geht die Wasseraufnahme zunächst stark zurück, offenbar infolge der Ausdehnung der Gefäßluft. Man vergleiche den folgenden Ausschnitt aus einem Versuch mit einem Buchenast.

Zeit	$11^{h}40$	$11^{h}49$	$11^{h}52$	$11^{h}54$	$11^{h}58$	$12^{h}02$	$12^{h}03$	$12^{h}06$
Temp.	48,5°	49°	51°	51,5°	54°	56°	57,5°	58,5°
Absorpt.	27	29×	18	4	0	+11	20	24

Die Absorption steigt von neuem an, wenn die physiologischen Faktoren wieder ins Übergewicht kommen. In einem anderen Versuche überwog die Ausdehnung sogar bis kurz vor dem Absterben, vermutlich infolge des raschen Erwärmens und bedeutenden Luftgehaltes.

Zeit	$9^{h}55$	10^{h}	$10^{h}05$	$10^{h}06$	$10^{h}10$	$10^{h}15$	$10^{h}24$	$10^{h}25$	$10^{h}26$
Temp.	17°	28°	33°	35°	41°	50°	62°	64°	65°
Absorpt.	22	16	5	0	—32	—65	+3	+7	—12

Im Gegensatz zu diesem Beispiel erfolgte die Erwärmung im folgenden Versuch (Buchenast) sehr langsam. Wir sehen, daß auch langanhaltendes Erwärmen kein scharfes Ansteigen der Absorptionskurve bedingt, wenn die Temperatur nicht über eine bestimmte Grenze steigt. So war in diesem Falle bis zu 40° nichts zu erreichen und das Maximum trat erst über 50° ein, nachdem vorher, infolge der nun rascheren Erwärmung (von × an), eine Zeitlang wieder Ausscheidung erfolgt war.

Zeit	$2^{h}40$	$3^{h}07$	$3^{h}15$	$3^{h}18$	$3^{h}38$	4^{h}	$4^{h}24$	5^{h}	$5^{h}20$	$5^{h}45$	$6^{h}20$	$6^{h}26$
Temp.	17,5°	21°	23°	24°	28,5°	31,5°	34°	37°	38,5°	40°	41°	43°
Absorpt.	29	4	0	—2	—4	—1	+1	+3	+6	+10	× +11	—6
Zeit	$6^{h}36$	$6^{h}39$	$6^{h}42$	$6^{h}43$	$6^{h}45$	$6^{h}48$	$6^{h}51$	$6^{h}54$	$6^{h}55$	$6^{h}56$		
Temp.	49°	50°	53°	53°	55°	56°	57°	60°	61°	63°		
Absorpt.	—17	—19	0	+13	+29	+43	+36	+15	—2	—20		

Zu den bisherigen Experimenten dienten stets reich beblätterte Äste. Der nächste Versuch zeigt, daß auch die lebenden Zellen der Achse allein im Prinzip dasselbe Verhalten aufweisen. Ein 1,2 m langer Buchenast wurde, nach Entfernung aller Blätter und Seitenzweige, völlig wasserdicht in einen eng anschließenden Gummischlauch gesteckt und wie früher im Wasserbad erwärmt.

Zeit	$3^{h}47$	$3^{h}55$	$4^{h}10$	$4^{h}30$	$4^{h}40$	$4^{h}45$	$4^{h}50$	$4^{h}55$	5^{h}	$5^{h}05$	$5^{h}15$	$5^{h}20$	$5^{h}30$	$5^{h}55$	$6^{h}05$	$6^{h}07$	$6^{h}16$	$6^{h}25$	$6^{h}35$	$6^{h}40$
Temp.	18°	22°	34°	47°	51°	53°	54°	55°	56°	57°	60	61°	62°	66°	71°	78°	77°	81°	83°	84°
Absorpt.	8	5	0	+1	5	11	17	22	27	29	80	27	18	8	4	−1	0	+1	+9	+8

Es fällt auf, daß diese Tabelle auch bei hoher Temperatur fast keine Ausscheidung aufweist. Tatsächlich war sie auch hier vorhanden, nur trat das Wasser nicht ins Potetometer, sondern aus den seitlichen Wunden in den Gummischlauch; die Ausscheidung geschah also auf dem kürzeren, weniger Widerstand bietenden Wege. Die Aufnahme über 80° ist zweifellos durch das ca. 20 cm lange basale unverletzte Zweigstück bedingt, das nicht mehr ins Wasserbad tauchte und daher bedeutend geringere Temperatur aufwies. Ferner ließ dieser Zweig ins Potetometer keine Luft austreten, während die beblätterten, besonders bei rascher Erwärmung, einen feinen Blasenstrom ins Potetometer entließen[1]; die Luft wurde eben, gleich dem Wasser, aus den seitlichen Wunden ausgeschieden.

In einigen Versuchen ließ sich auch sehr schön erkennen wie dieselbe Schnittfläche gleichzeitig aus mehreren Gefäßen Luft ausscheiden und trotzdem bedeutende Wassermengen aufnehmen kann[2]. In der Regel werden die einen Gefäße absorbieren, während andere ausscheiden. Sollten aber auch alle Gefäße Blasen austreten lassen, so wäre immer noch durch Tracheiden und Parenchym eine Wasserzufuhr möglich; ob dieselbe jedoch ausreichen würde, um den Verbrauch zu decken, ist eine andere Frage. Es wird das ganz vom anatomischen Bau und vom Verbrauch abhängen und daher von Fall zu Fall verschieden sein können.

Nach den Angaben der Lehr- und Handbücher gehen die meisten Pflanzen bei Wärmegraden zu Grunde, die weit unter jenen Temperaturen liegen, bei denen wir noch Absorption konstatierten. Es hängt das damit zusammen, daß 1. nicht alle lebenden Zellen bereits die Temperatur unseres Thermometers besaßen und daß 2. die Wirkung nicht nur von der Höhe der Temperatur, sondern auch von der Erhitzungsdauer abhängt. So wird nach LEPESCHKIN[1]) die Epidermis von *Tradescantia discolor* bei 52° nach 150 Min., bei 72° nach 4 Min. getötet.

---

[1] Am Potetometer war eine Vorrichtung angebracht, um die ausgetretenen Blasen rasch entfernen zu können.

[2] Vgl. auch LINDNER, Beitr. z. Biol. d. Pfl. **13**, 6, 1916.

Ich möchte diesen Aufsatz nicht schließen ohne darauf hinzuweisen, daß verschiedene merkwürdige Beobachtungen anderer Autoren in ihm ihre Erklärung finden. Da der Raum ein weiteres Eingehen verbietet, beschränke ich mich auf einen Versuch von SACHS[2]), in welchem Pflanzen in feuchter Luft auf 45—50° erwärmt wurden. Es heißt dort: „Merkwürdig ist es, daß Pflanzen, welche später völlig zu Grunde gehen, während der Versuchsdauer und einige Stunden, selbst Tage lang nachher, ein auffallend gesundes Aussehen, den höchsten Turgor zeigen. Dann werden die Blätter welk und runzelig und vertrocknen in kurzer Zeit so, daß man sie zu Staub zerreiben kann.“ Die lebenden Zellen waren offenbar infolge der Erschwerung der Abgabe und Erleichterung der Aufnahme weitgehend mit Wasser gesättigt, gingen dann aber, wegen zu hoher Temperatur, zu Grunde.

63. E. Bachmann: Wie verhalten sich Holz- und Rindenflechten beim Übergang auf Kalk?

(Mit 12 Abbildungen im Texte.)

(Eingegangen am 22. Oktober 1918.)

Für Rindenflechten ist durch LINDAU (1895, S. 64) nachgewiesen worden, daß ihre Hyphen nicht fähig sind, Zellulose und verkorkte Zellwände aufzulösen, sie anders als durch mechanische Sprengung zu zerstören. Damit ist noch nichts über ihr Vermögen, kohlensauren Kalk aufzulösen, ausgesagt. Letztere chemische Betätigung ist ohne Zweifel viel leichter auszuüben als erstere; denn dazu bedarf es weiter nichts als einer reichlichen Ausscheidung von Kohlensäure, wie sie den Hyphen der sogenannten Kalkflechten (viele Verrucariaceen mit endolithischem Lager und viele Caloplacaceen mit epilithischem Thallus) eigen ist. Ob auch andere Flechten, die für gewöhnlich Holz oder Rinden als Unterlage benutzen, beim Übergang auf Kalk in diesen eindringen können, um wenigstens als epilithische Flechten auf ihm zu leben, habe ich an zwei Arten untersuchen können, an *Catillaria micrococca* und *Bacidia Arnoldiana*.

---

[1]) LEPESCHKIN, Zur Kenntnis der Einwirkung supramaximaler Temperaturen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1912, p. 708.

[2]) SACHS, Ges. Abh. I, p. 117.

Catillaria (*Biatorina*) *micrococca* (Kbr.) ist eine weit verbreitete Schattenflechte, die man mit ziemlicher Sicherheit in den Fichtenwäldern des Erzgebirges und Vogtlandes an Baumstümpfen auffindet, deren Holz so morsch ist, daß es sich zwischen den Fingern zerdrücken läßt. Nur einmal habe ich sie auf kristallinischem Kalk in einem längst verlassenen Kalkbruch gefunden, der mit Buschwerk dicht bewachsen war.

Auf Holz bildet sie eine sehr dünne, grünlichgraue, mehlige Kruste, die bei Betrachtung mit wenigstens zehnfacher Lupenvergrößerung in lauter einzelne Körnchen aufgelöst erscheint, in mehr zerstreute am Lagerrande, in deckenartig eng beisammen liegende in der Lagermitte.

In 5 μ dicken, hämatoxylingefärbten Mikrotomschnitten erscheint das Lager nahe seinem Rande aus hügelartigen Gebilden zusammengesetzt. Sie sind bei 27—54 μ Längsausdehnung 44,3 bis 46,4 μ hoch und enthalten reichlich dickwandige Gonidien mit dunkelblauen Protoplasten. Größtenteils liegen diese eng aneinander sind selten durch Hyphen, noch seltener durch kleine Lücken voneinander getrennt und lassen zuweilen aus Anordnung und Form die eben erst vollendete Zweiteilung erkennen. Eingebettet sind sie in eine fast lückenlose, faserige Hyphenmasse, deren Zellen in unmittelbarer Berührung mit den Gonidien in der Regel kugelrund werden und einen punktförmig kleinen Protoplast besitzen. Das Flechtengewebe dringt auch in die obersten Holzzellen ein, nur daß es in den tieferen Lagen gar keine, in den äußersten wenig Gonidien enthält. Sie sind bis 81,25 μ Tiefe beobachtet worden. —In der Mitte des mehligen und hier wesentlich dickeren Lagers besteht es aus einem schwammartig porösen Gewebe von 150—232 μ Mächtigkeit, in dem die Gonidien ungleich verteilt sind. Sie fehlen in den Holzzellen gänzlich, offenbar weil diese hier gesprengt und auseinander gerissen worden sind. Darum findet man Wandteile der Holzzellen teils in das Flechtengewebe eingebettet, teils sogar deckenartig über ihm ausgebreitet. An wenig Punkten ist der Thallus ganz und gar unterrindig[1]). Wo er unter- und oberrindig ist, überschreitet der epiphloeodische Teil nur ausnahmsweise 100 μ an Mächtigkeit.

---

1) Die Ausdrücke unter- und oberrindig sind hier nicht ganz zutreffend, um nicht neue einführen zu müssen, gebrauche ich sie, weil ein Mißverständnis nicht aufkommen kann.

Auf kristallinischem Kalk bildet die Flechte einen graugrünlichen, dünnhäutigen, aber nicht mehligen Überzug. Nach dem Rande zu wird er lückenhaft und geht zuletzt in einen Prothallus von strahlig verlaufenden Hyphen und Hyphensträngen über, dem einzelne Knötchen hyphenumsponnener Gonidiengruppen eingestreut sind. — In einem zur Thallusausbreitung quer gerichteten Dünnschliff zeigte das Lager auf einer 4,264 mm langen Ausbreitung nirgends eine Spur von endolithischen Bestandteilen, auch nicht an Stellen, wo die großen verkrüppelten Kristalle glashell waren, nicht einmal bei weitester Blendenöffnung. Es bildet über dem Kalke eine 20—36 μ mächtige, olivengelbgrüne Decke, die in dem Kanadabalsam wenig Zelleinzelheiten erkennen läßt.

Nachdem der Dünnschliff gleich auf dem Objektträger in Salzsäure aufgelöst worden war, hinterblieb das Lager in Form eines dünnen Häutchens, das sich sofort um 90° drehte und seine Oberseite nach oben wendete, statt auf der Flanke liegen zu bleiben, wie das jede endolithische oder epilithische Kalkflechte bei der Entkalkung tun würde. Letztere verbleiben in der Lage, die sie im Dünnschliff besaßen, weil ihre Mächtigkeit viel größer ist als die Dicke des Dünnschliffes. Beim Lager von *Catillaria micrococca* ist es umgekehrt: seine Mächtigkeit beträgt, weil ihm die Mark- und Rhizoidenzone der eigentlichen Kalkflechten fehlt, nur einen Bruchteil von der rechtwinklig dazu stehenden Dicke des Dünnschliffes. Nachdem das Lagerhäutchen umgedreht worden war, so daß es seine Unterseite nach oben wendete, konnte bei Betrachtung mit starken Vergrößerungen die Abwesenheit aller rhizoidenartigen Fortsätze leicht konstatiert werden.

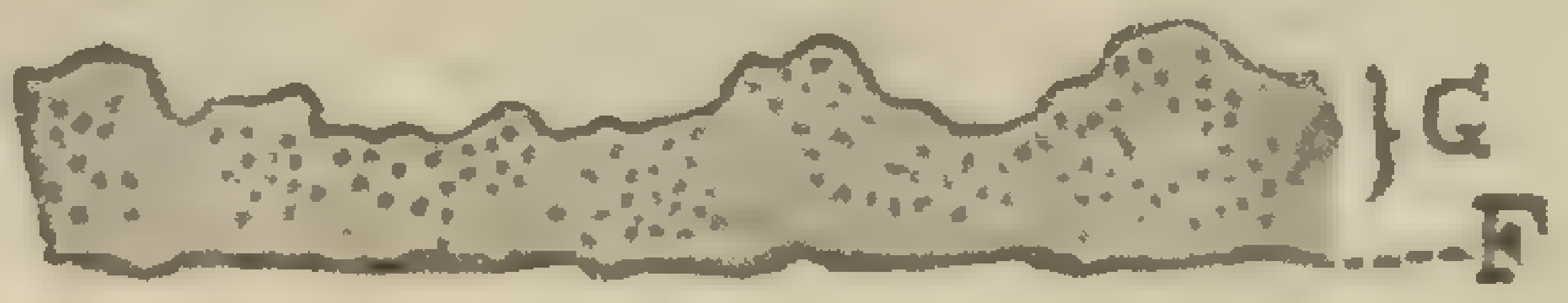


Abb. 1. Mikrotomquerschnitt durch das exolithische Lager von *Catillaria micrococca*. 78/1.

Zu demselben Ergebnis führt die Untersuchung von Mikrotomquerschnitten durch einen mittels Entkalkung freigelegten Teil des Thallus. Wie Abbildung 1 zeigt, verläuft die Außenbegrenzung in einer unregelmäßigen Wellenlinie, die Innenbegrenzung im allgemeinen geradlinig. Denn hier schmiegt sich das Lager der ebenen Kalkfläche mehr oder weniger eng an, dort erinnert sie an die körnig mehlige Zusammensetzung des holzbewohnenden Lagers, von dem es sich aber in folgenden Punkten unterscheidet: die bis 35 μ hohen Hügelabschnitte sind durch die höchstens 21 μ mächtigen Talabschnitte stets seitlich verbunden; die dicken Stellen bilden mit den dünnen ein zusammenhängendes Häutchen, dessen Gewebe zwar auch Lücken enthält, aber wenig und viel kleinere als das holzbewohnende Lager. Die Gonidien haben meistens nur 6 μ, steigen aber auf 8 μ und, wenn sie länglichrund sind, auf 10×6 μ Durchmesser. Sie liegen samt den kleinen, rundlichen Hyphenzellen oft so eng aneinander, daß der Querschnitt ein mosaikähnliches, aus großen und kleinen Feldern zusammengesetztes Bild liefert. Nie reichen sie bis zur Unterseite, auch nur an wenig Punkten bis zur Oberseite des Gewebes. Dadurch entsteht eine nach oben gewendete 4—8 μ mächtige Epinekralschicht, deren Zellstruktur undeutlich ist, weil ihre Zellen, wie ihr Mangel an Protoplasma beweist, schon abgestorben sind. Am auffallendsten ist der Unterschied gegenüber dem holzbewohnenden Lager an der dem Kalk zugewendeten Seite:

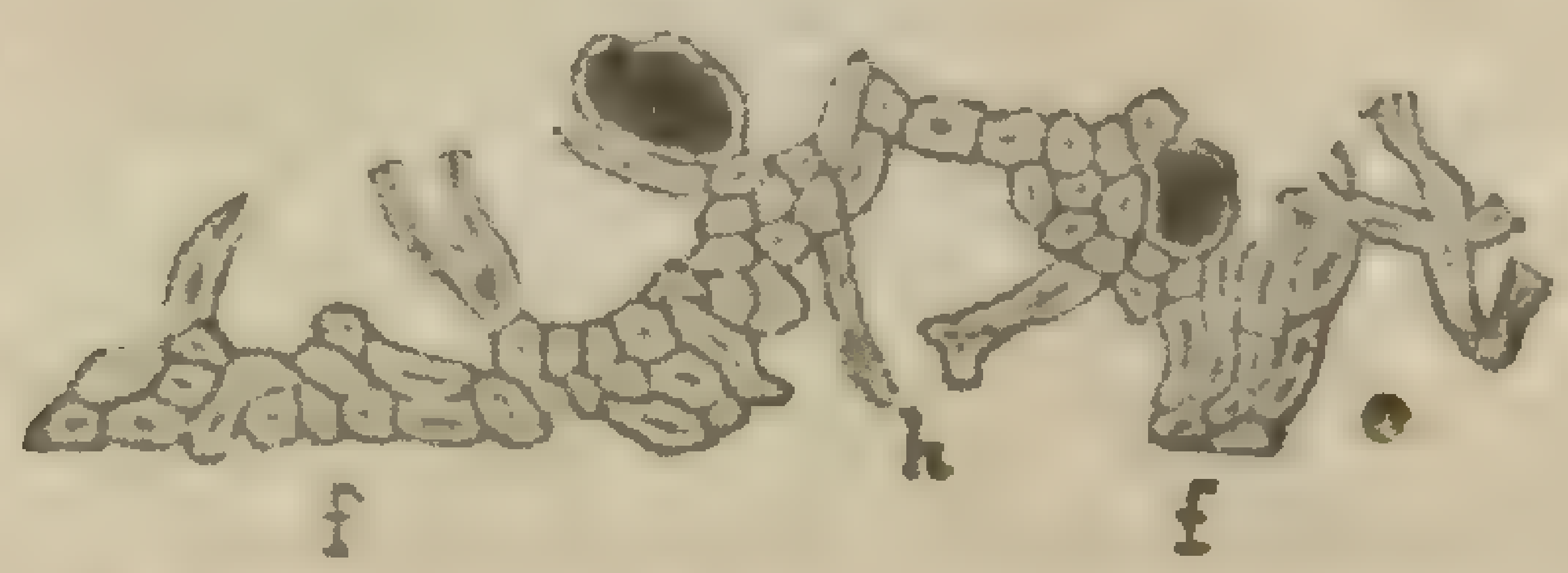


Abb. 2. Kleiner Abschnitt der Fußplatte von demselben Lager. 500/1.

das Gewebe besteht aus langgliederigen Hyphen, deren Zellen durchschnittlich dreimal länger als dick sind; isodiametrische Zellen, wie sie Abb. 2 reichlich aufweist, sind nur Querschnitte von zylindrisch-gestreckten, denn bei Senkung des Tubus kann man ihren scheinbar punktförmigen Protoplast als dünnen, schwarzen Faden eine Strecke weit verfolgen. Die Zellen sind sämtlich sehr dickwandig und gelblichgrau gefärbt, ihr Lumen äußerst eng. Zusammen bilden sie ein, im Querschnitt gesehen, lückenloses Gewebe, das sich der Gesteinsunterlage meist mit fußartig breiten Vorsprüngen (f in Abb. 2) eng anschmiegt oder, wo es durch einen Abstand vom Substrat getrennt ist, kurze Hyphen bis zu ihm entsendet, die zuweilen fast haftscheibenartig verbreitert sind (h in Abb. 2).

Jedenfalls ist das Lager von *Catillaria micrococca* rein epilithisch, in viel höherem Grade epilithisch als das von *Caloplaca pyracea* (Ach.). Denn dieses sendet nicht bloß einzelne Rhizoiden, sondern manchmal ganze Rhizoidenstränge in den Kalk, nachdem es diesen chemisch aufgelöst hat. Nichts als die Gonidienschicht befindet sich bei ihr außerhalb des Kalkes, bei *Catillaria micrococca* das ganze Lager.

Bacidia Arnoldiana (Kbr.) läßt sich der *Catillaria micrococca* nicht völlig an die Seite stellen, da ihr Vorkommen auf Kalk keine bloße Ausnahme bildet. In Schweden ist sie nach TH. FRIES (1871/74, S. 352) allerdings nur Rindenbewohnerin, auch STEIN (1879, S. 179) behauptet, daß wenigstens die Hauptform hauptsächlich auf Rinden vorkomme. Andere Schriftsteller, wie SYDOW (1887, S. 154) und LINDAU (1913, S. 96) geben bloß Kalkstein und Mauern als Unterlage an. Ebenso ist an den von KOERBER (1865, S. 135) und ARNOLD (1891, S. 88; 1892, S. 19; 1897, S. 27) aufgeführten Standorten immer Stein, meist Kalk, nie Rinde als Unterlage erwähnt. In dem Herbar des physiologischen Instituts zu München, dessen Exemplare mir vorgelegen haben, finden sich mehr Exemplare auf Stein als auf Rinde und Holz, jene durchweg aus der Umgebung Münchens, diese von verschiedenen Punkten Deutschlands und der Alpenländer.

Auf beiden Unterlagen ist ihr Thallus zuweilen so zart, daß er nur mit einer guten, stark vergrößernden Lupe erkannt werden kann, manchmal jedoch als dicke, graugrünliche Masse schon dem unbewaffneten Auge erkennbar, auf Rinden als feinkörniger, grüngrauer, auf Steinen in der Regel als gefelderter, oft grüngelber Überzug Auf glatten, ebenen Kalkgeschieben weist der Thallus nicht selten inmitten seiner Ausbreitung unregelmäßig gestaltete Unterbrechungen auf, die anscheinend durch Loslösung kleiner Lagerteilchen entstanden sind. Durch Abheben mit einer Skalpellspitze lassen sich leicht derartige Lücken hervorbringen, woraus die wichtige Tatsache gefolgert werden muß, daß das Lager nur locker am Steine haftet, was auch durch die Untersuchung in Dünnschliffen und Mikrotomschnitten bestätigt wird.

Auf Kiefern-, Fichten-, Eichen- und Buchenrinde ist das Lager oberrindig als feinkörniger Überzug ausgebildet, dessen Mächtigkeit bis 36 μ steigt, zwischen den Erhebungen bis auf 20 μ herabsinkt. Wo es Zellen des Periderms erfüllt, also hypophloeodisch wird, was vielfach vorkommt, kann die Mächtigkeit auf 103 μ anwachsen Meist sind bloß Zellen der obersten, selten auch solche der zweiten Zellschicht mit beiderlei Flechtenelementen, tiefere ausschließlich mit Hyphen erfüllt. Gonidien von nur 4 μ Durchmesser sind häufig; bei den größten steigt er nicht über 7,5 μ. Ihren farblosen, verhältnismäßig dicken Wänden liegen selten allseitig kurzgliedrige Hyphen innig an, deren kugelige Zellen nie über 3 μ, häufig bloß 2,5 μ dick sind, wovon die Hälfte auf den dunkelblauen Inhalt kommt. Andere Hyphen, von denen die Lücken zwischen mehreren Gonidien überbrückt werden, sind langgliederig: ihre Zellen haben bei 1,5—2 μ Dicke bis zu 4,5 μ Länge Das Gewebe ist von zahlreichen großen und kleinen Lücken unterbrochen, die etwa 40 Hundertteile der Querschnittfläche ausmachen. Von den 60 Hundertteilen Flechtengewebe kommt selten die Hälfte, stellenweise nur $^1/_6$ auf die Gonidien, der Rest auf Hyphen, Auch bei 500 facher Vergrößerung ist von einer gleichförmigen Epinekralschicht nur wenig zu sehen. — Auf *Rhododendron ferrugineum* ist das Lager viel schwächer entwickelt, fast nur unterrindig und bloß unterhalb der Apothezien in tiefere Peridermschichten, die dabei zersprengt worden sind, vorgedrungen.

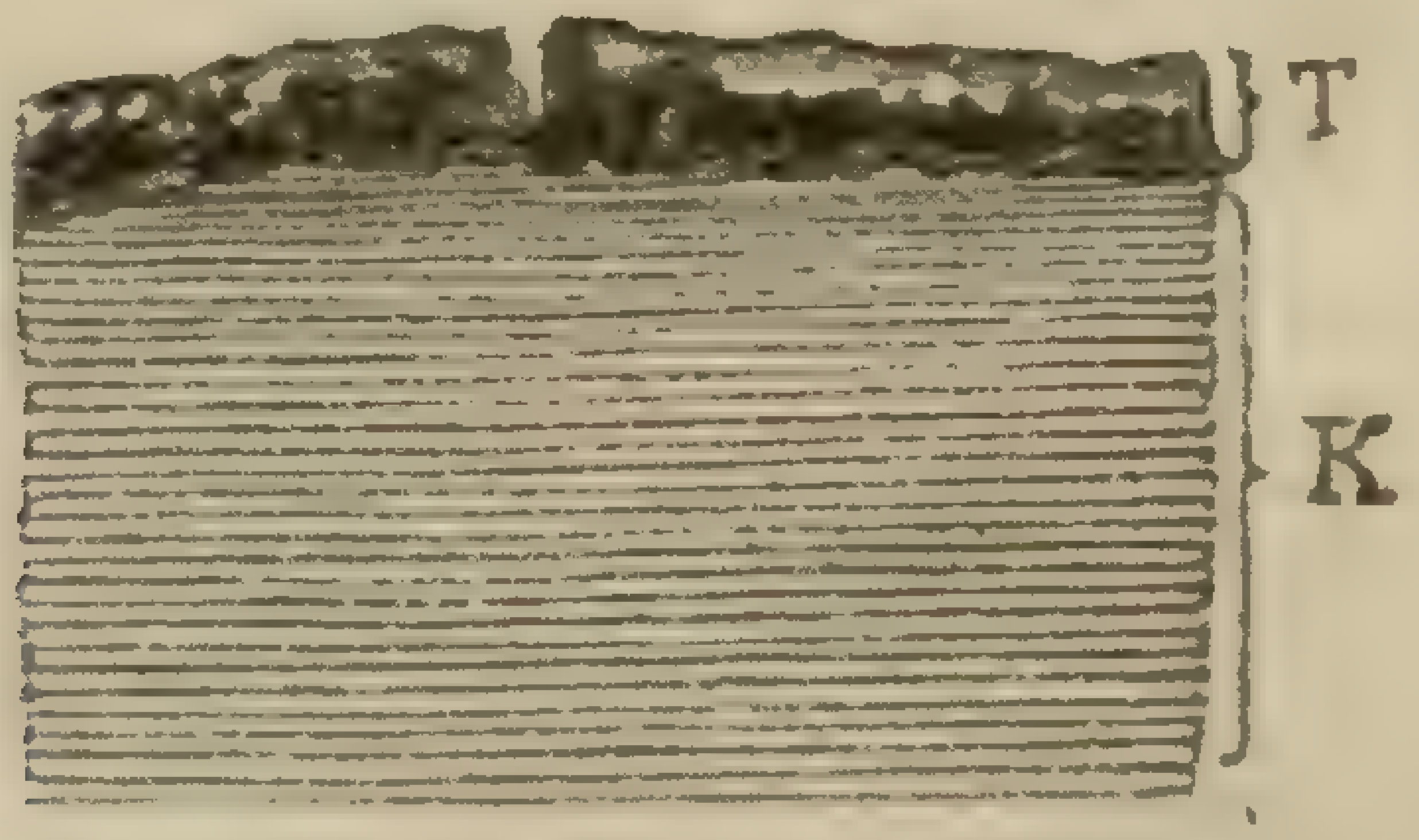


Abb. 3. Dünnschliff von Kalk mit *Bacidia Arnoldiana*. 23/1.

Auf reinem Kalk aus dem Hessentale bei Eichstätt breitet sich das Flechtenlager im Dünnschliff betrachtet (Abb. 3) als gefeldertes Häutchen aus, dessen Dicke zwischen 92 und 125 μ schwankt. Die Felderung wird durch Risse angedeutet, welche von außen nach innen enger werden. Bei gekreuzten Nicols ist in diesem Häutchen kein aufleuchtender Punkt zu sehen, es ist demnach frei von Kalkkörnchen. Der Kalk des Dünnschliffes zeigt auch bei weitester Blendenöffnung keine Spur von Hyphen oder gar Gonidien (Abb. 3). Nachdem er von allem Kanadabalsam sorgfältig befreit und gleich auf dem Objektträger in verdünnter Salzsäure aufgelöst worden war, hinterließ er als einzigen Rückstand das Lager als schmalen bandartigen Streifen (Abb. 4), der infolge seiner großen Dünne in der Flankenlage verblieben war, darum leicht den Nachweis gestattete, daß seine Innenseite aller rhizoidalen Hyphen entbehrte Daß Länge und Breite dieses Bandes die gleichen Dimensionen des Lagers im Dünnschliff um eine Kleinigkeit überschreiten, erklärt sich daraus, daß es in der wasserreichen Säure etwas aufgequollen ist

Auch an einem Dünnschliff durch dolomitische Nagelfluhe aus der Umgebung von Pullach bei München konnte dasselbe Verhalten konstatiert werden: Wie Abb. 5 zeigt, schmiegt sich die Unterseite des Thallus der Außenseite des Kalks, die wasserklare Kriställchen besitzt, aufs innigste an, entsendet aber nirgends Hyphen in diese. Allerdings könnten die beiden Kalkkörner (k), die, aus dem Verband mit den übrigen losgerissen, im Thallus liegen, die Vermutung erwecken, daß dieser imstande sei, sich bis zu einem geringen Grade in den Kalk einzufressen. Allein, wenn man berücksichtigt, daß diese Erscheinung an dem Punkte auftritt, wo der größte Teil des Lagers durch die mechanischen Wirkungen des Schleifens abgetragen worden ist, sonst nirgends, so wird man zu der Überzeugung gezwungen, daß diese beiden Kriställchen beim Schleifen von der Kalkoberfläche losgerissen und in den Thallus hinein befördert worden sind. Kurz, auch hier, wie an allen anderen Dünnschliffen, befanden sich sämtliche Flechtenbestandteile außerhalb des Kalks.

Abb. 4 Umriß des Lagers von derselben nach Entkalkung des Dünnschliffs. 23/1.

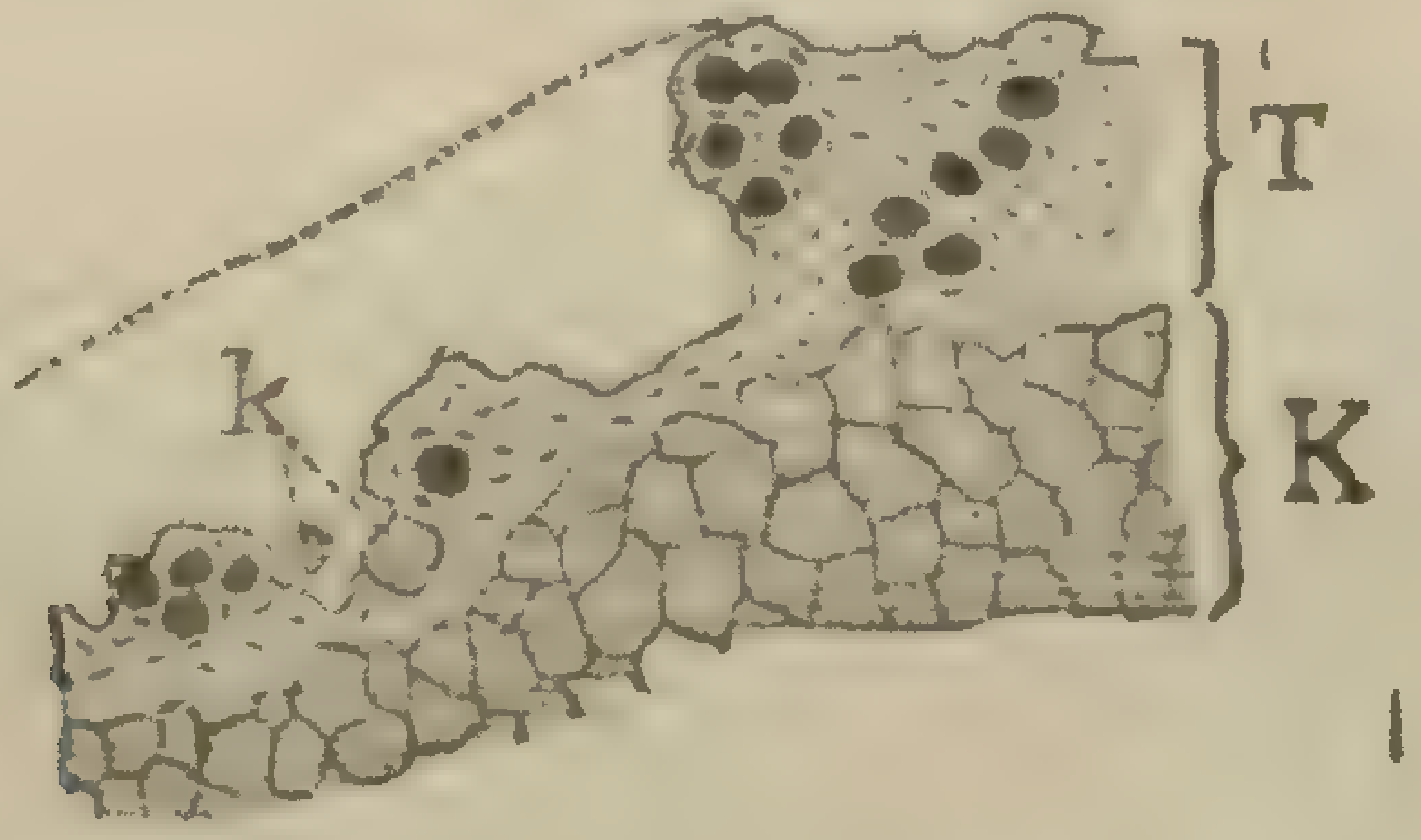


Abb. 5. Dünnschliff durch Kalk mit *Bacidia Arnoldiana*, *k* = Kalkkörnchen, die beim Schleifen von der Unterlage losgerissen worden sind.

Zu demselben Ergebnis führte endlich die Untersuchung von Mikrotomschnitten durch die Thalli vom Kalk der angegebenen Fundorte: Die zu schneidenden Lagerstückchen sind nicht mit dem Skalpell vom Stein abgehoben, sondern durch Auflösen der kalkigen oder dolomitischen Unterlage in Salzsäure gewonnen worden. Auf dem Kalk aus dem Hessentale und von der dolomitischen Nagelfluhe bei Pullach schwankte die Mächtigkeit des Lagers zwischen 66 und 116 μ, steigt aber bei dem Kalk von Rebdorf (offenbar infolge ihres Reichtums an Apothezien und Pykniden) auf 446 μ. Allen Querschnitten ist folgendes gemeinsam: 1. Das unregelmäßige Auf und Ab der äußeren und der ebene, fast geradlinige Verlauf der inneren Begrenzungslinie (Abb. 6, 7). 2. Die ungleiche Verteilung der Gonidien, insofern diese im inneren Lagerabschnitte fast gänzlich fehlen, im äußeren um so dichter liegen, wenn auch nie so dicht wie bei *Catillaria micrococca*. Naturgemäß ist dieser Gegensatz in dem mächtigen Lager von Rebdorf (Abb. 8) viel auffallender als in dem dünnen von den beiden anderen Fundorten. 3. Der Reichtum an Poren und deren Größe hauptsächlich in der inneren Lagerhälfte, wodurch diese von der äußeren, gonidienreichen mehr oder weniger scharf getrennt erscheint. So kommt von der 85,75 μ betragenden Mächtigkeit des durch Abb. 7 veranschaulichten Lagerquerschnittes stellenweise nur ein Drittel auf die Gonidienzone, der Rest auf die dünne Fußplatte und eine große fortlaufende Lücke, in der Hyphenstränge von der Fußplatte zur Gonidienzone laufen. Auch in dem bloß 65,8—116 μ mächtigen Lager, das Abb. 6 darstellt,

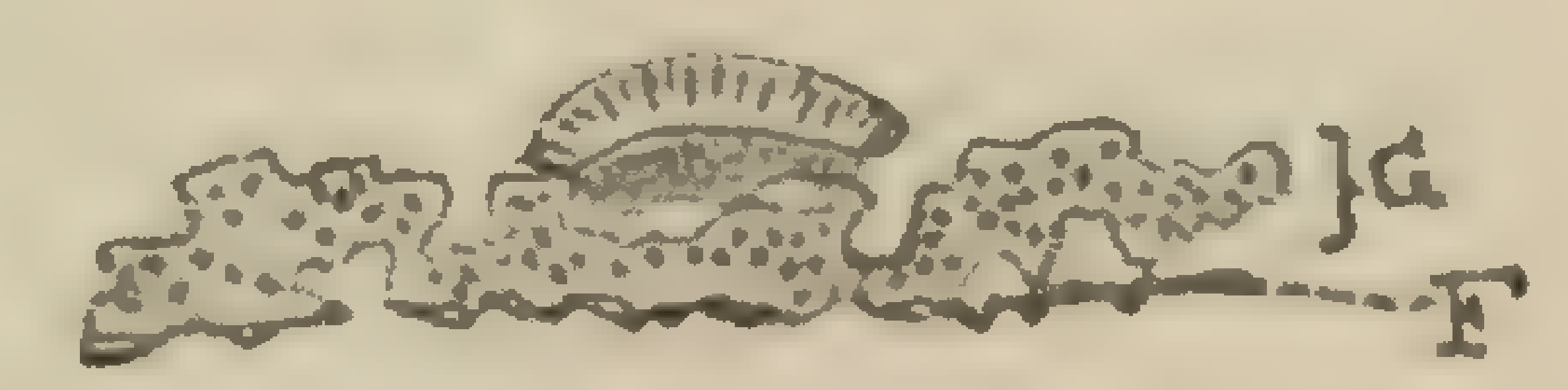


Abb. 6. Mikrotomquerschnitt durch das Lager von *Bacidia Arnoldiana* auf Kalk aus dem Hessentale bei Eichstätt. 31/1.

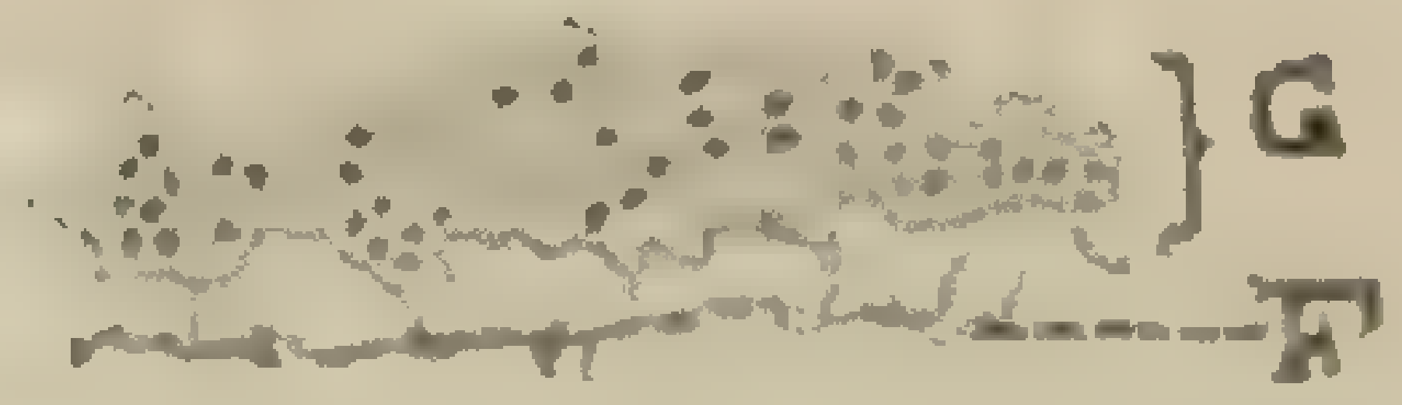


Abb. 7. Mikrotomquerschnitt durch das Lager von *Bacidia Arnoldiana* auf dolomitischer Nagelfluhe bei Pullach. 31/1.

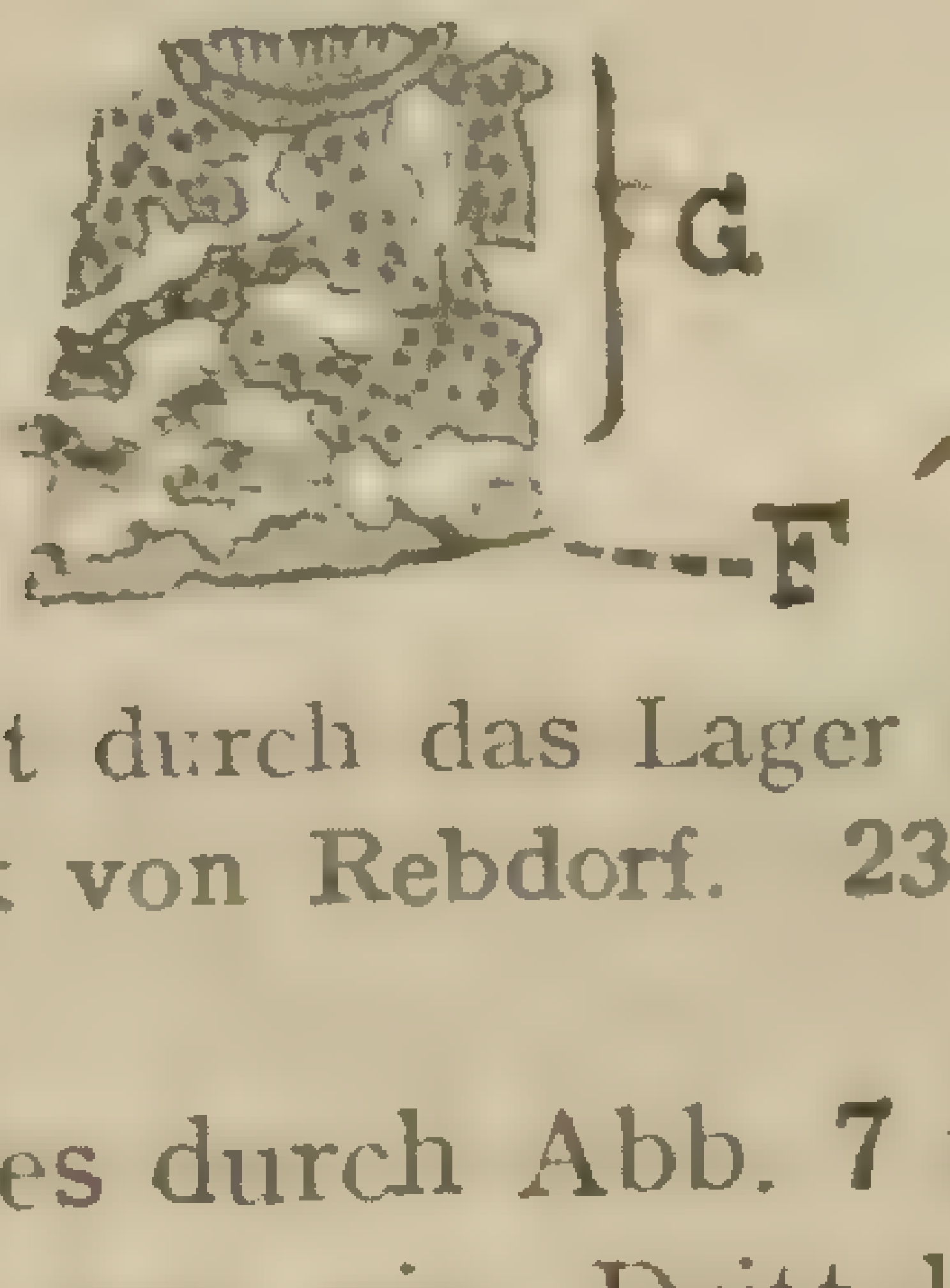


Abb. 8. Mikrotomquerschnitt durch das Lager von *Bacidia Arnoldiana* auf Kalk von Rebdorf. 23/1.

ist die innere Hälfte reicher an großen Lücken als die äußere, aber das Flechtengewebe reicht an vielen Punkten bis unmittelbar an die Fußplatte heran, allerdings bloß die farblose Hyphenmasse, ganz ausnahmsweise auch einzelne Gonidien. Mehr gleichmäßig verteilt sind die Poren in dem schwammartigen Lager von Rebdorf (Abb. 8). 4. Das charakteristischste Merkmal aller Thalli ist der dem Kalk unmittelbar anliegende Lagerteil, den ich durch den besonderen Namen „Fußplatte" herausheben möchte, weil er sich von den übrigen Teilen deutlich abhebt. Sie besteht immer aus einem filzartig eng verflochtenen Gewebe langgliedriger, dickwandiger, graugelblicher oder schwachbräunlicher Hyphen. — In dem durch Abb. 9 dargestellten, von der linken Flanke der Abb. 6 stammenden kleinen Abschnitt ist die Fußplatte 9,3—20,5 μ dick, an den dünnsten Stellen zwei-, an den dicksten fünfschichtig und sendet nach außen an drei Punkten zarte, farblose Hyphen senkrecht zur Thallusausbreitung, wogegen die bräunlichen Fasern mehr Neigung haben, mit ihr parallel zu verlaufen, wodurch die abgeplattete Form an der dem Kalke zugewendeten Seite erzielt wird. Diese Hyphen sind etwa 4 μ dick und enthalten einen Plasmafaden von 1 μ Durchmesser.

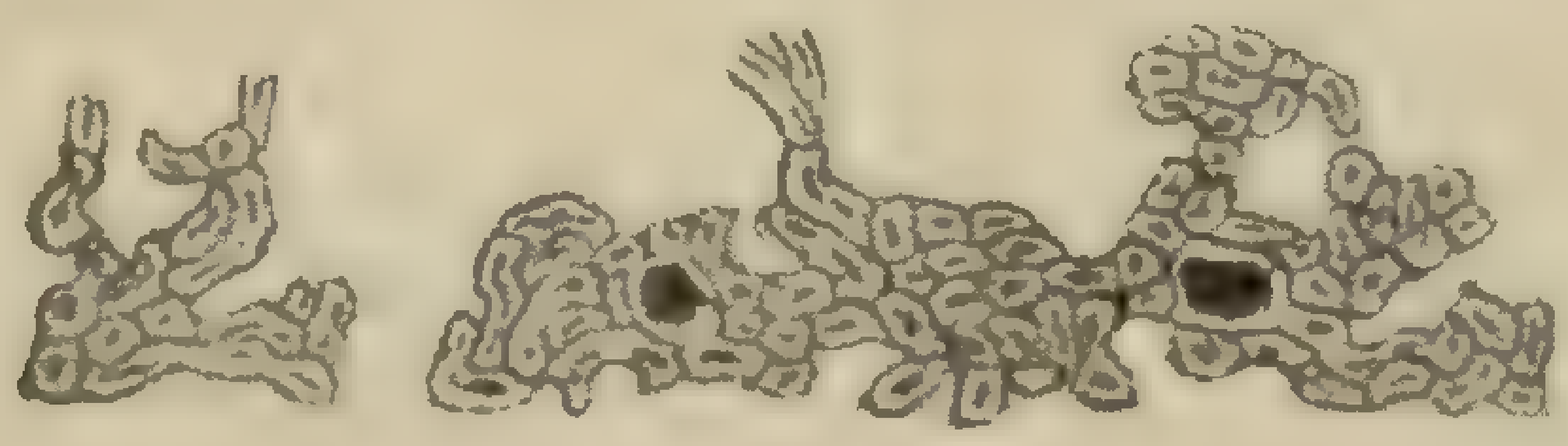


Abb. 9. Kleiner Abschnitt der Fußplatte aus dem linken Flügel des in Abb. 6 dargestellten Lagers. 500/1.

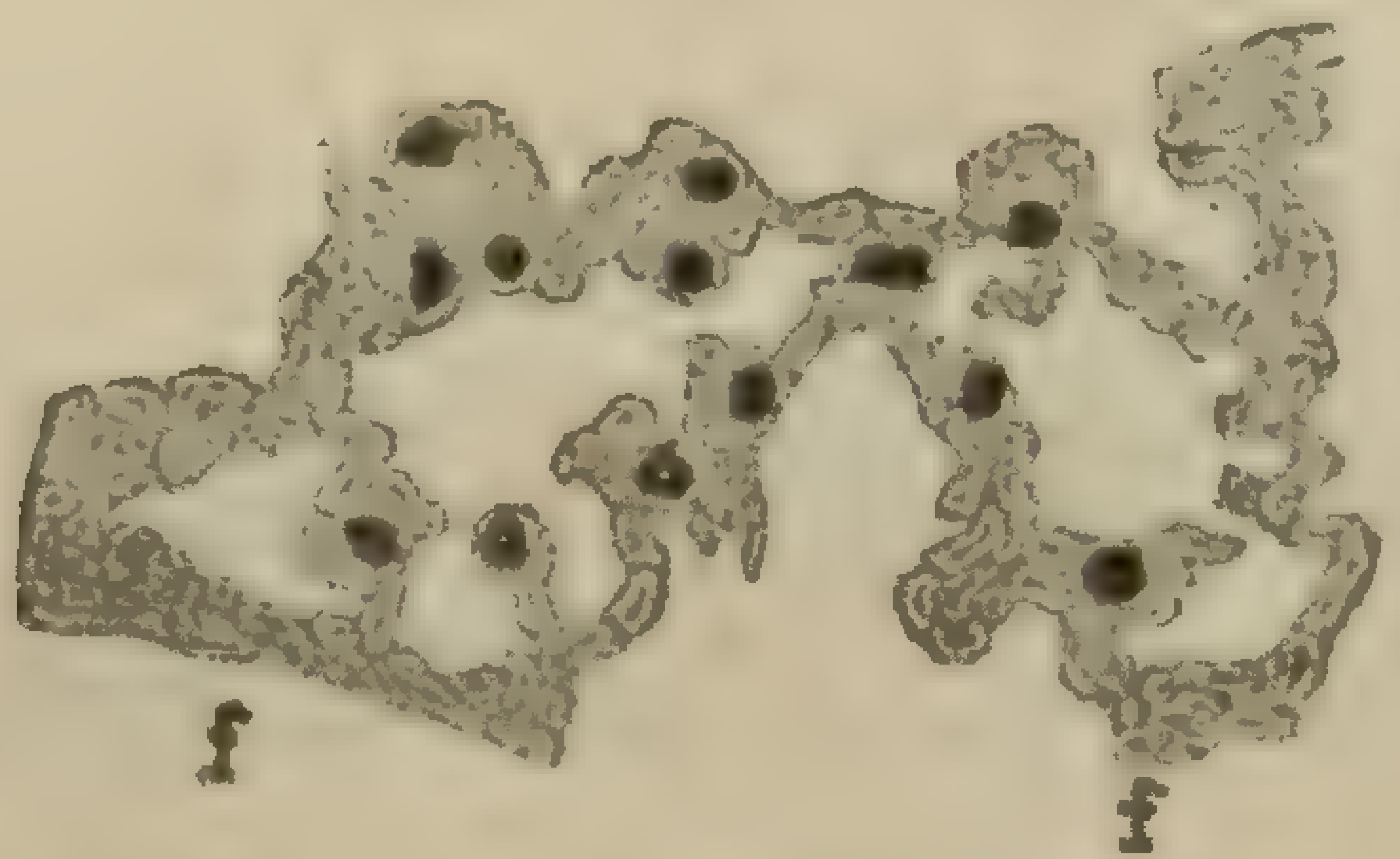


Abb. 10. Kleiner Abschnitt der Fußplatte in der Umgebung einer Einbuchtung von dem in Abb. 8 dargestellten Querschnitt. 320/1.

Auch der mächtige Thallus auf dem Kalke von Rebdorf ist nach innen durch eine Fußplatte von ziemlich geradlinigem Verlauf abgegrenzt. In einem 1102 μ langen Mikrotomschnitt beträgt ihre größte Einbuchtung (Abb. 10) 54 μ, aber rechts und links von ihr verläuft das bräunliche Gewebe (bei f) als zwei- bis dreischichtige Platte ziemlich geradlinig. Meist überschreiten die Einbuchtungen der Fußplatte nicht 7,74 bis 19,35 μ Tiefe. An ihrer Außenseite geht die Fußplatte in ein schwammartig poröses Gewebe zarter, farbloser Hyphen über, in dem es auch nicht an Gonidien fehlt. — Die kalkwärts gerichteten Ausbuchtungen der Fußplatte sind noch kleiner als ihre Einbuchtungen und von stumpflicher Gestalt, nie lang fadenförmig oder gar ölführend wie viele Rhizoiden der echten Kalkflechten.

Klebzellen, wie sie an den auf Flint wachsenden Haftlappen von *Parmelia subaurifera* und an den Lagerrändern von *Placodium saxicolum* beobachtet worden sind, fehlen den Fußplatten beider Flechten gänzlich, die Unterseite ihrer Zellen ist nicht gallertartig verdickt, darum lassen sie sich sogar im trockenen Zustande leicht von ihrer Unterlage trennen.

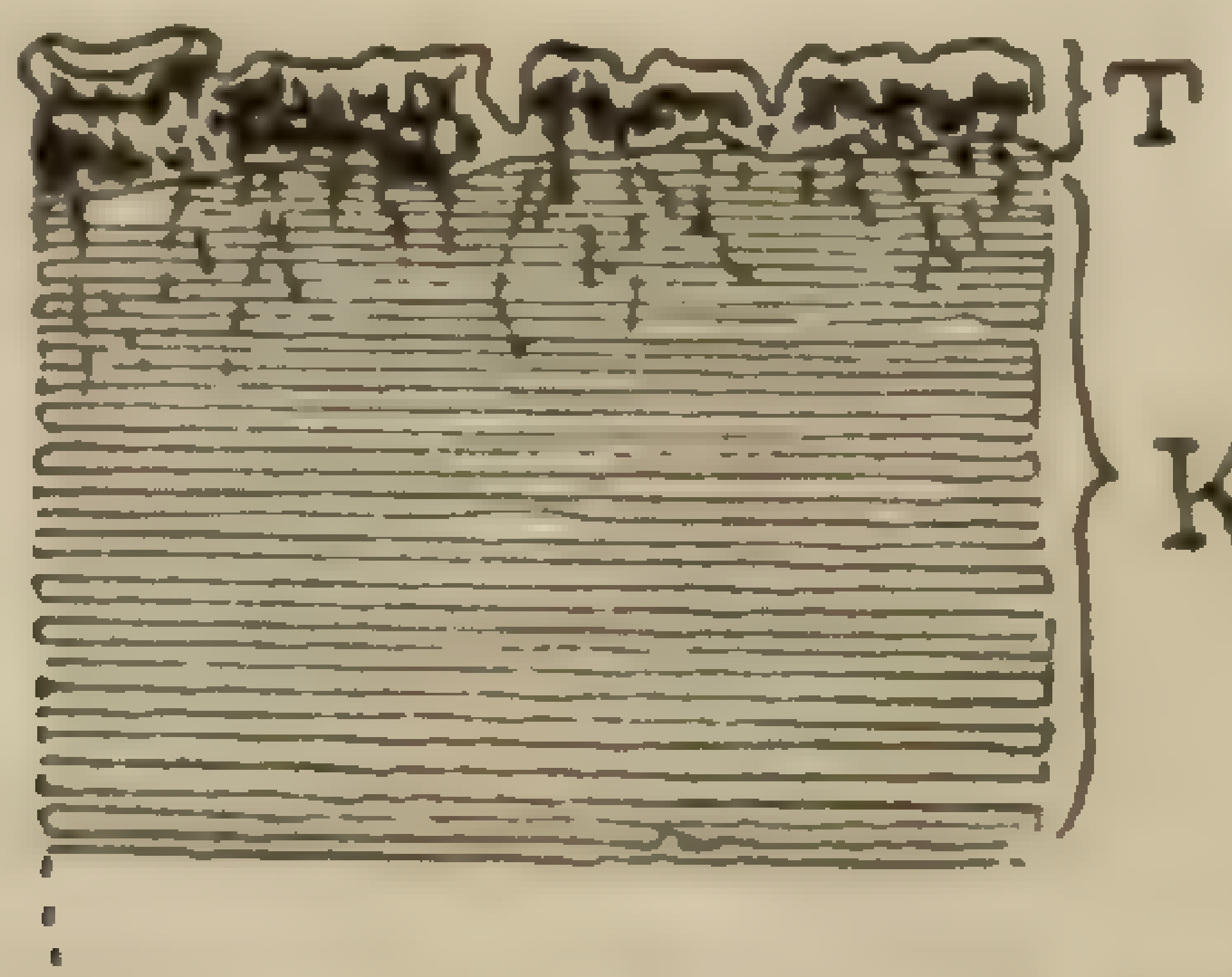


Abb. 11. Dünnschliff von Kalk mit *Caloplaca pyracea.* 23/1.

Bacidia Arnoldiana verhält sich demnach genau so, wie es von *Catillaria micrococca* geschildert worden ist. Ihr Lagerbau ist, obgleich sie Kalk und kalkhaltige Gesteine als Unterlage bevorzugt, nicht der einer Kalk-, sondern einer Kieselflechte. Tatsächlich habe ich bei *Scoliciosporum umbrinum* (Ach.) auf Porphyr, *Sc. compactum* Kbr. auf Gabbro, *Bacidia inundata* (Fr.) Kbr. auf feinkörnigem Gneiß und anderen Flechten auf Quarz, überhaupt auf Gesteinen, welche unlöslich und spaltenfrei sind, nicht allein die Fußplatte, sondern auch die großporige, gonidienarme Zwischenschicht konstatieren können.

Vergleicht man damit das Lager der epilithischen Flechte *Caloplaca pyracea* (Ach.) Kbr., so zeigt der Dünnschliff auf den ersten Blick völlige Übereinstimmung: ein gefeldertes, schmales Band von 126 μ Breite, die nur dort, wo ein Apothezium sitzt, auf 205 μ anschwillt, breitet sich als Lager über dem dichten Kalke aus (Abb. 11). Bei weit geöffneter Blende aber sieht man gegliederte

Hyphen als dunkle Fäden fast 300 μ tief in den Kalk hinabdringen Noch deutlicher ist der Unterschied an dem entkalkten Dünnschliff zu sehen (Abb. 12), denn hier trägt die Unterseite des allseitig aufgequollenen Lagers einen ganzen Bart von Ölhyphen. Bis in 342 μ Tiefe läßt sich deren Zusammenhang mit dem gonidienführenden, epilithischen Lagerteil sicher verfolgen. Vereinzelte sehr zarte, ölfreie Hyphen waren sogar noch in 477 μ erkennbar. Außerdem hat der epilithische Lagerteil zwei Gonidienschnüre (g) bis zu 45 und 52 μ Tiefe in den Kalk entsendet. In einem Dünnschliff durch dieselbe Flechte auf Kalk von Korfu aber sind die endolithischen Gonidienschnüre nicht allein viel zahlreicher, sondern auch viel tiefer (bis 567 μ) eingedrungen. Diese Befunde sind durch Mikrotomschnitte bestätigt worden.

Der Unterschied zwischen dieser epilithischen Kalkflechte und *Bacidia Arnoldiana* sowie *Catillaria micrococca* ist so groß, daß er durch einen terminus technicus festgelegt zu werden verdient; ich möchte ihr Lager und das aller Flechten, die der Gesteinsunterlage in gleicher Weise aufsitzen, exolithisch nennen.

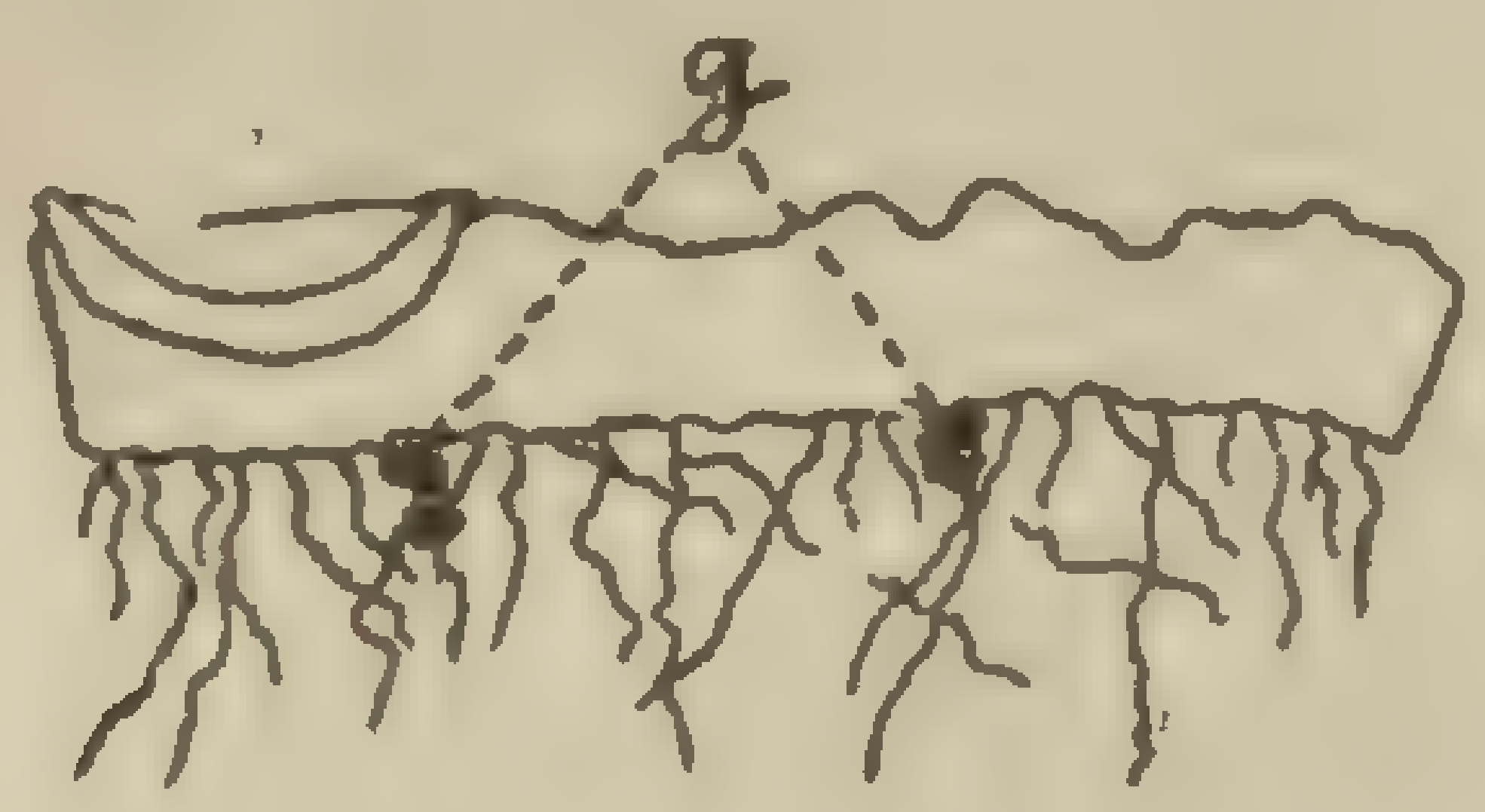


Abb. 12. Umriß des Lagers von derselben nach Entkalkung des Dünnschliffes. 23/1.

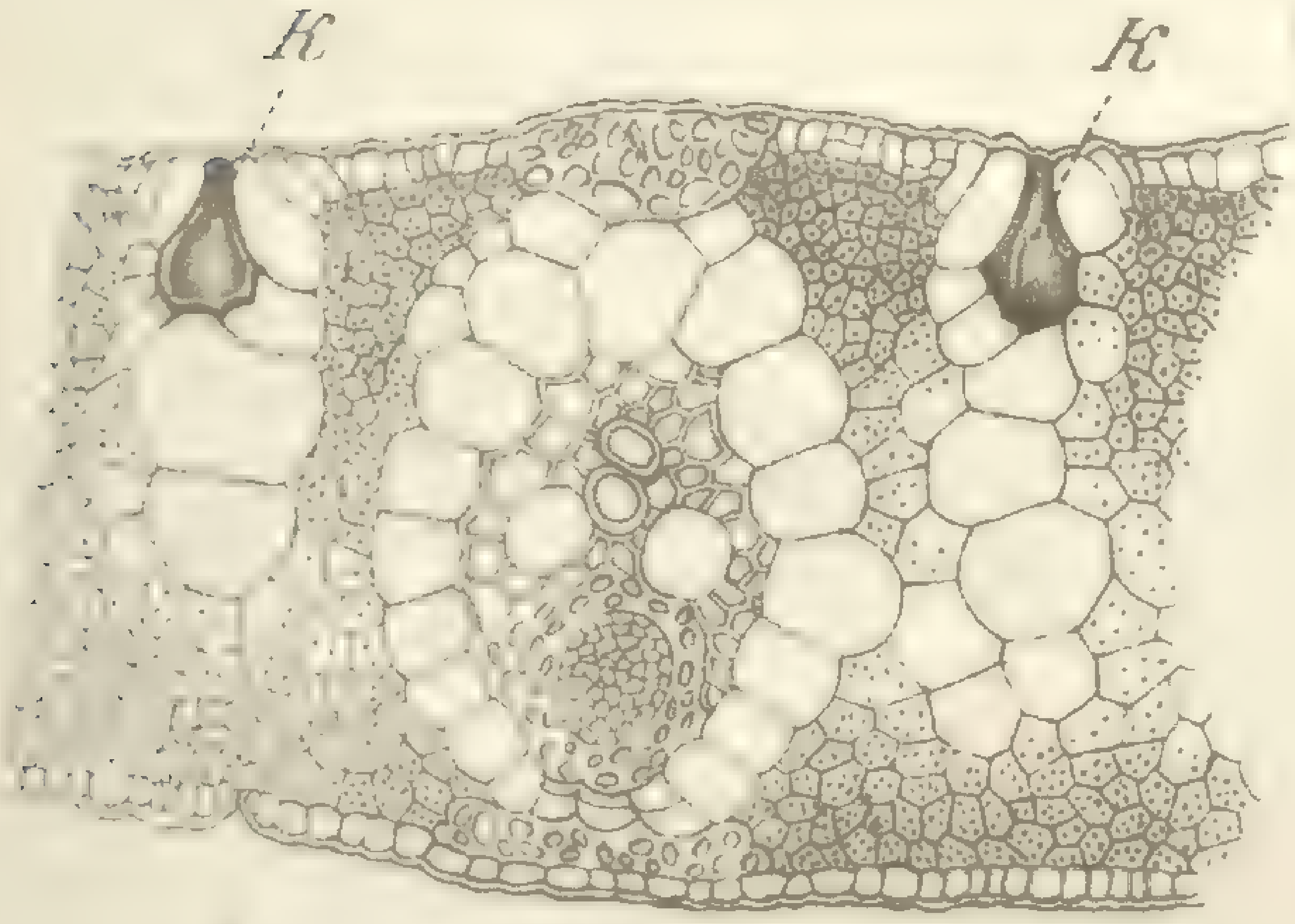
Selbstverständlich müssen sich in den epi- und endolithischen Kalkflechten Stoffwechselvorgänge abspielen, die den exolithischen Flechten fehlen. Nur jene besitzen die Fähigkeit, eine Säure abzusondern, die mit dem Kalk ein wasserlösliches Salz bildet. Die Absonderung erfolgt am reichlichsten an der Oberfläche der Gonidiengruppen, denn deren Volumen ist stets kleiner als das ihrer Höhlung, und an den Hypenspitzen, denn sie dringen verhältnismäßig schnell in den Kalk ein und fressen eng anliegende, aber tiefe Kanäle in ihn hinein. Zwischen Hyphengrund und -spitze ist die Säureabsonderung geringer; sie beträgt nur soviel, als zur Erweiterung des Kanals für die langsam dicker werdenden Hyphen nötig ist. Nur dort, wo sie zu Sphäroidzellen anschwellen, müssen sie die Säure in reichlicher Menge absondern.

Welche Säure den Kalk auflöst, weiß man nicht; am einfachsten wäre es, der Kohlensäure, die beim Atmungsprozeß frei wird, diese Rolle zuzuschreiben. Dann müßten die endo- und epilithischen Kalkflechten vor den exolithischen durch einen lebhafteren und zeitweise stark beschleunigten Atmungsvorgang ausgezeichnet sein.

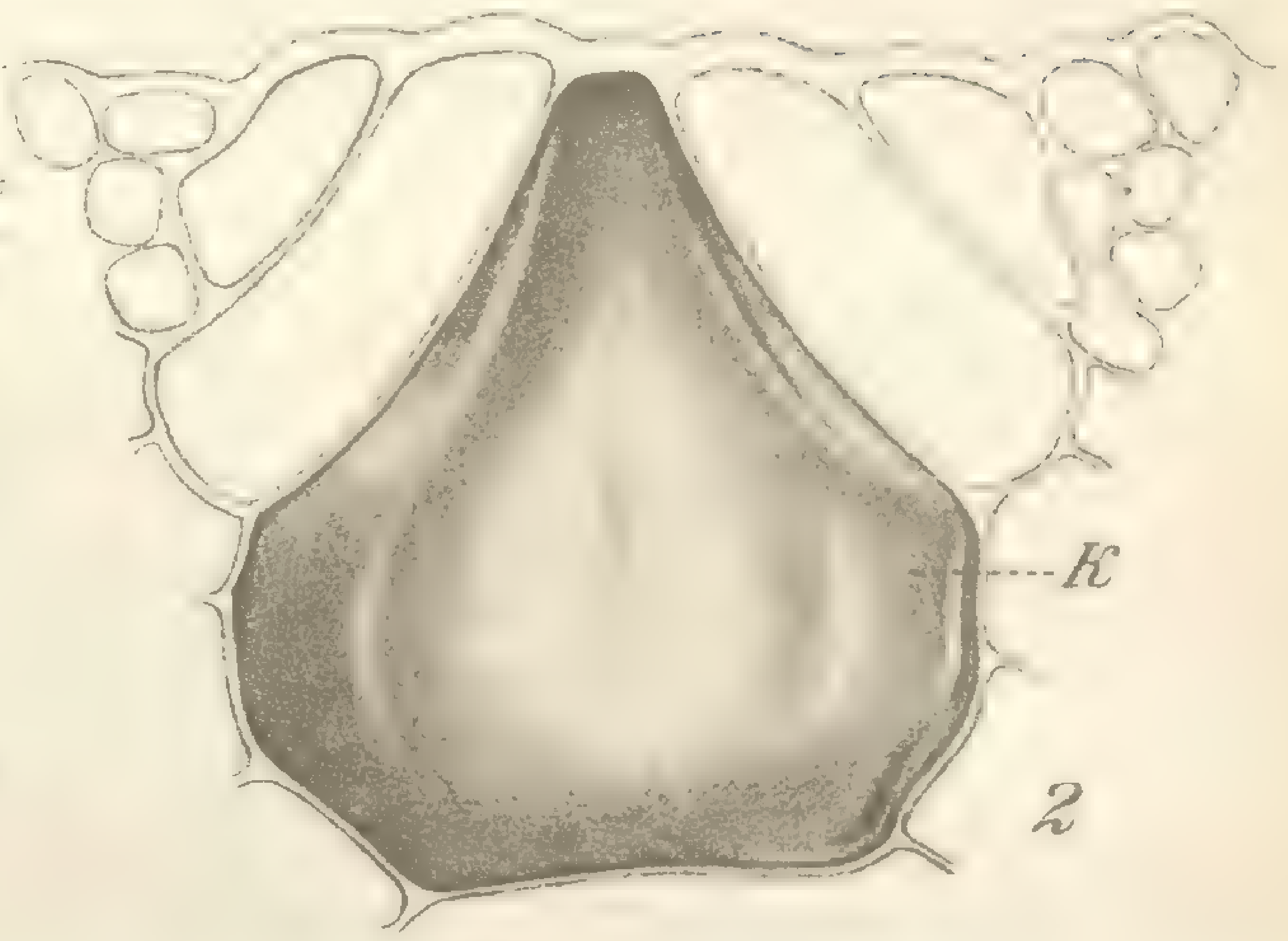
Literaturverzeichnis.

ARNOLD, F., Zur Lichenenflora von München. München 1891—1901.
FRIES, TH. M., Lichenographia Scandinavica. Upsalae 1871—1874.
KOERBER, G. W., Systema Lichenum Germaniae. Breslau 1855.
LINDAU, G., Lichenologische Untersuchungen. Dresden 1895.
— Die Flechten. Berlin 1913.
STEIN, B., Kryptogamenflora von Schlesien, 2. Bd. Flechten. Breslau 1879.
SYDOW, P., Die Flechten Deutschlands. Berlin 1887.

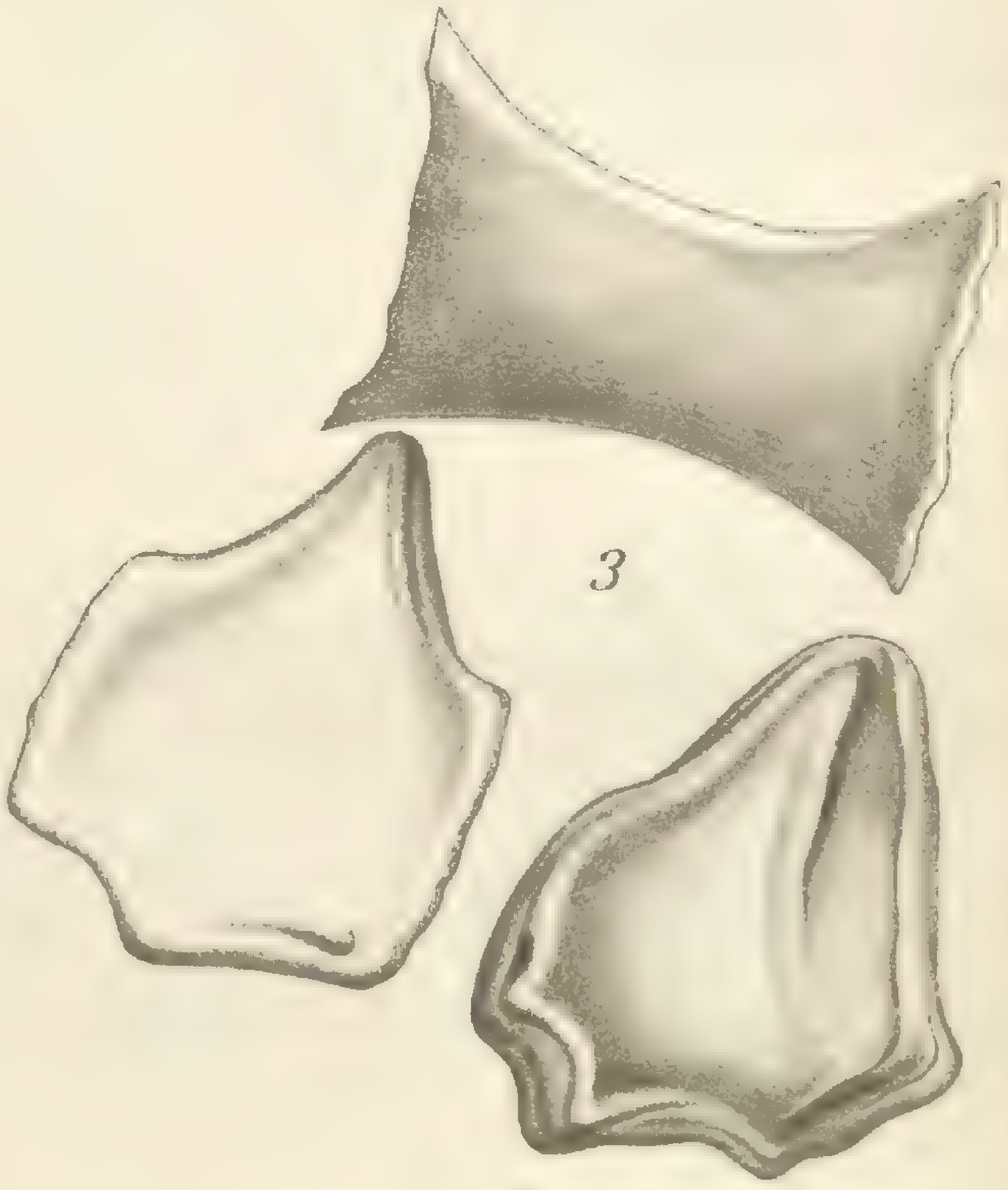
Buchstabenerklärung: *F* = Fußplatte, *G* = Gonidienzone, *K* = dichter Kalk, *T* = Thallus, die übrigen im Text.
Dicke der Mikrotomschnitte = 5 μ.



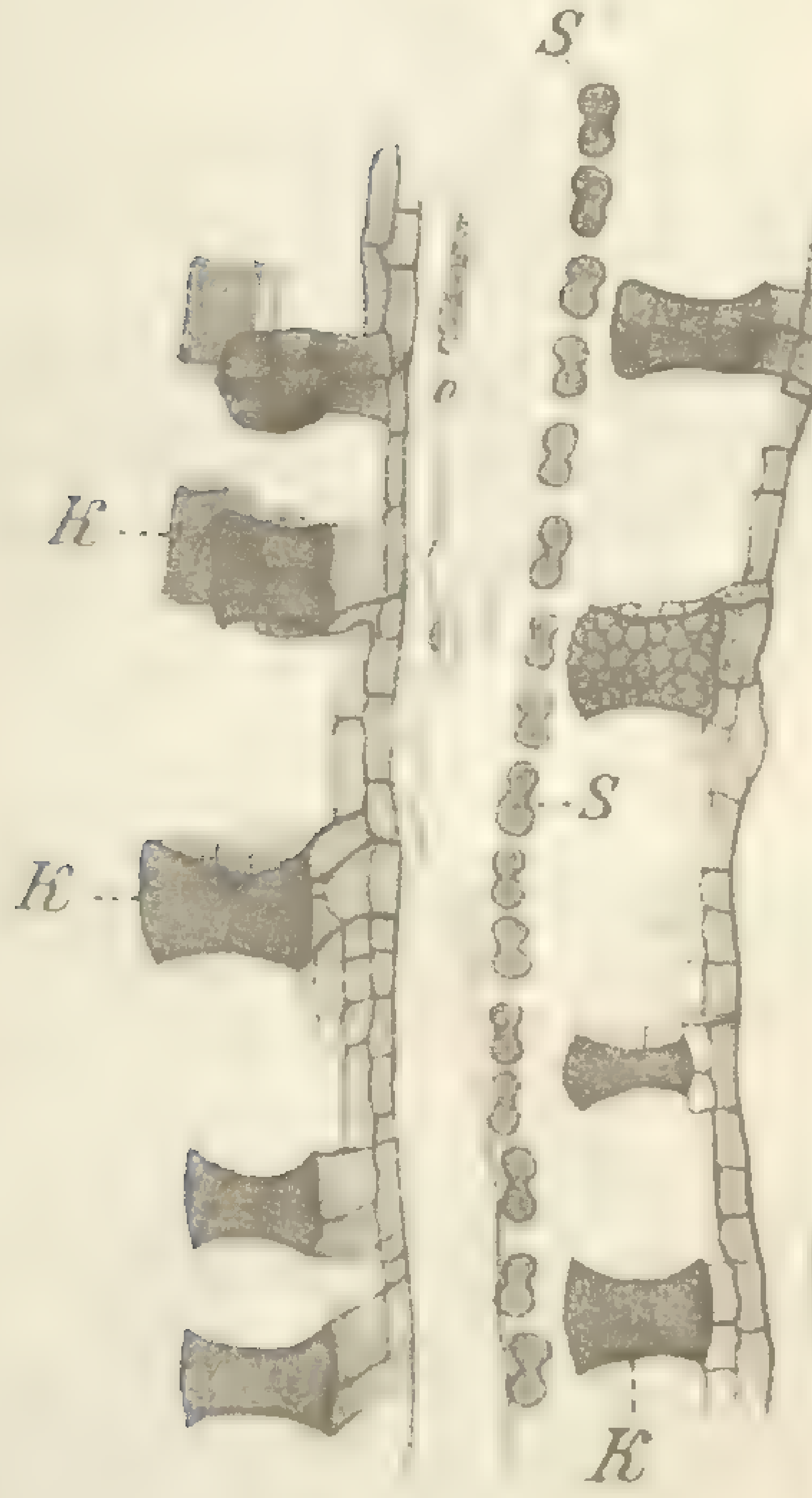
1



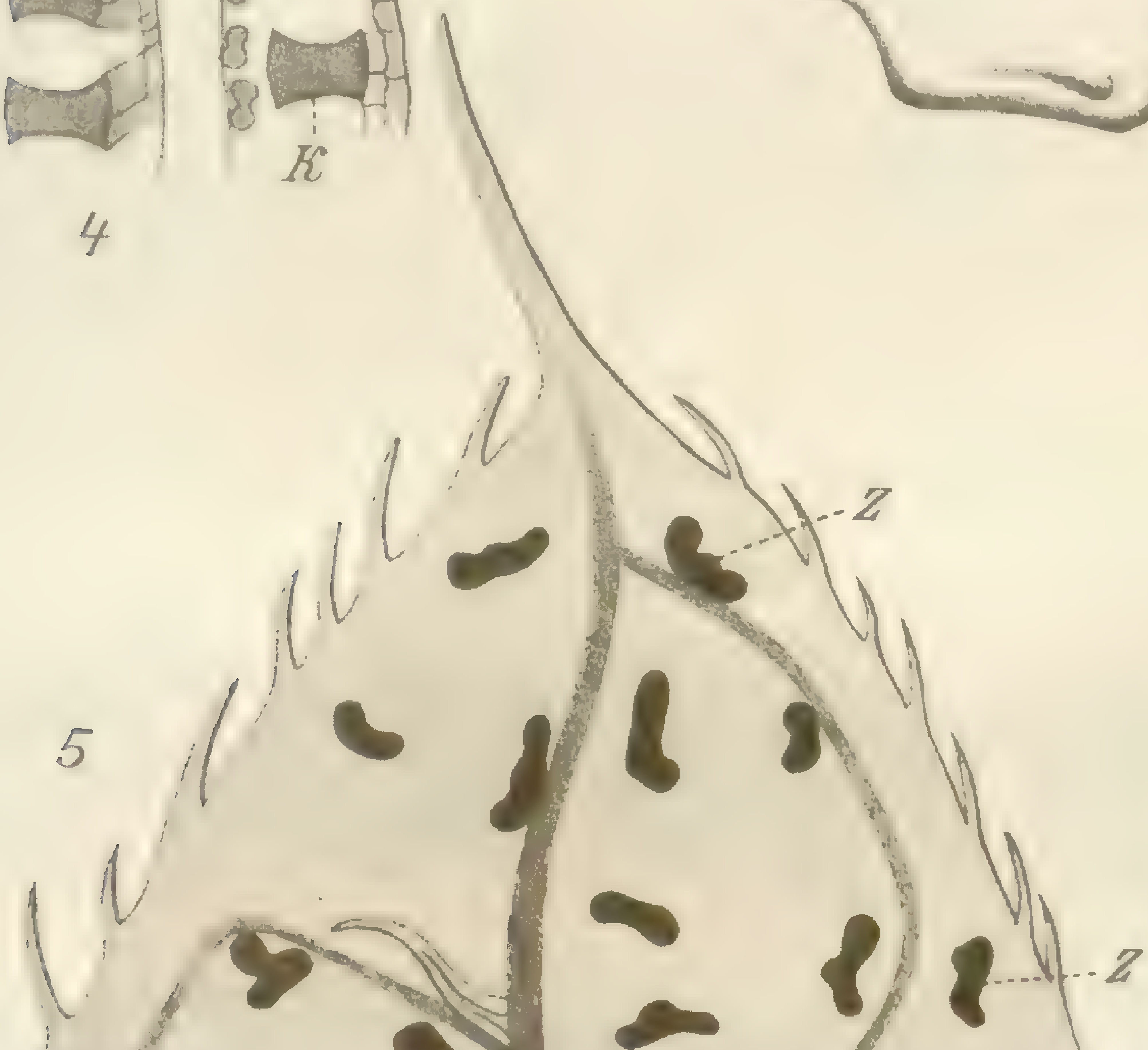
2



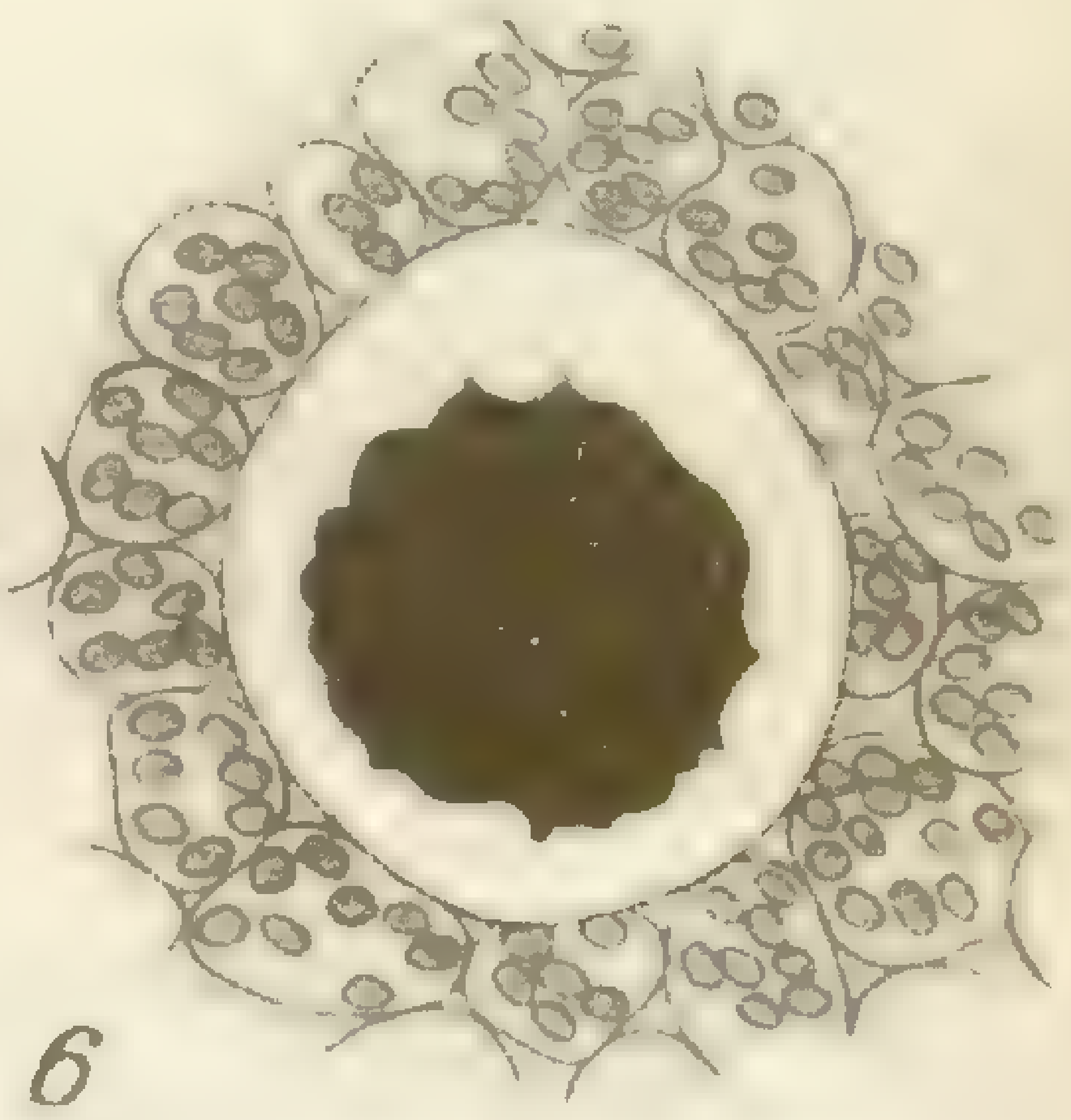
3



4

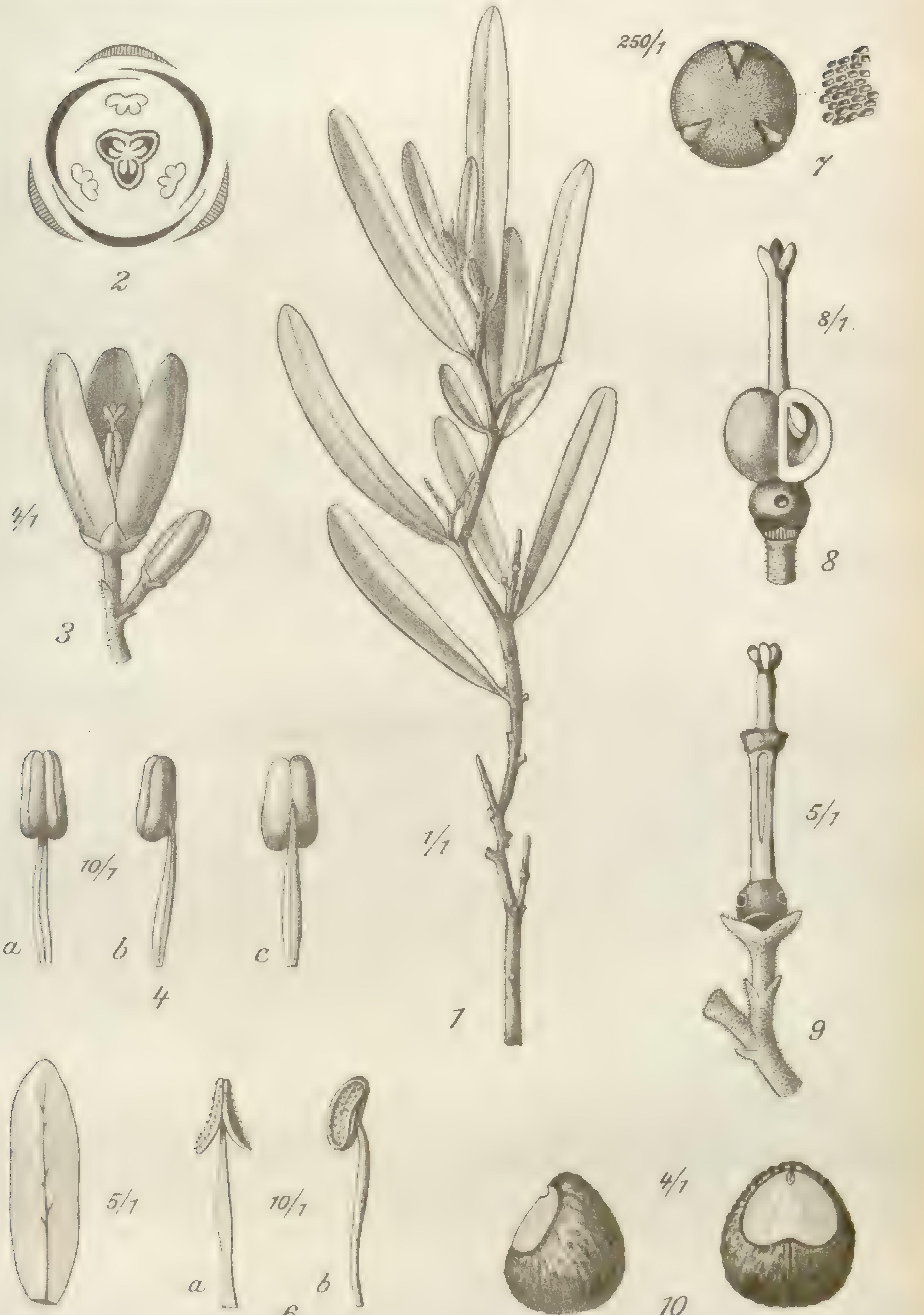


5



6

H. Laue lith.


250/1
2
7
8/1
4/1
3
8
1/1
10/1
5/1
a
b
c
4
1
9
5/1
10/1
a
6
b
4/1
5
10
b
a

Urban u. Pohl gez. *H. Laue lith.*

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1919 **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** an **Herrn Prof. Dr. P. Lindner, Berlin N,** Seestr. 4, Institut für Gährungsgewerbe, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate **August** und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr **statt**.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten. Den Autoren wird jährlich nur eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt. Den Mitgliedern können nur 3 Arbeiten jährlich zugestanden werden. Arbeiten von Nichtmitgliedern können bis auf weiteres nicht aufgenommen werden.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser **selbst.**

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, **Berlin-Steglitz,** Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1919.

Ehrenpräsident: S. Schwendener.

Für die Generalversammlung: G. Berthold, Präsident; M. Büsgen, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: P. Lindner, Vorsitzender; J. Behrens, erster Stellvertreter; P. Claussen, zweiter Stellvertreter; H. Harms, erster Schriftführer; H. Miehe, zweiter Schriftführer; W. Magnus, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: P. Lindner, H. Harms, H. Miehe, W. Magnus, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): R. Kolkwitz, O. Reinhardt, L. Diels, L. Wittmack, E. Baur.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für alle ordentlichen Mitglieder 20 M. und 5 M. Zuschlag für die Dauer der Teuerung.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in **Berlin-Dahlem** gelangen lassen. Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden.

◆

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, **sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt,** die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5 „
3.	für jede Lichtdrucktafel	9 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr .	2 „
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
8.	für jeden Umschlag	1,5 „
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	8,— Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68

Inhaltsangabe zu Heft 9.

Seite

Sitzung vom 29. November 1918 541

Mitteilungen.

64. Norbert Patschovsky: Über Nachweis, Lokalisierung und Verbreitung der Oxalsäure (gelösten Oxalate) im Pflanzenorganismus. (Aus dem Botanischen Institut der Universität Jena.) (Mit 3 Abb. im Text.) 542
65. G. Tischler: Untersuchungen über den Riesenwuchs von Phragmites communis var. Pseudodonax. (Mit Tafel XVII.) 549
66. Walther Wangerin: Die pflanzengeographische Bedeutung der Verbreitungsgrenze von Buche und Fichte für das nordostdeutsche Flachland. 559
67. A. Schulz: Lathyrus montanus Bernh. mit verkümmertem Oberblatt. 572
68. R. Kolkwitz: Plankton und Seston. II. 574
69. A. Ursprung u. G. Blum: Zur Kenntnis der Saugkraft II. (Mit 1 Abb. im Text.) 577
70. A. Ursprung u. G. Blum: Besprechung unserer bisherigen Saugkraftmessungen. (Mit 2 Abb. im Text.) . . 599
71. Fritz Schanz: Einfluß des Lichtes auf die Gestaltung der Vegetation. (Mit 7 Abb. im Text.) 619

Nächste Sitzung der Gesellschaft

Freitag, den 28. Februar 1919,

abends 7 Uhr, im

Hörsaal des Pflanzenphysiolog. Instituts d. Universität,

Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 1.

Sitzung vom 29. November 1918.

Vorsitzender: Herr L. WITTMACK.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben des Herrn Dr.

J. Hagen,

Bezirksarzt in Drontheim, verstorben am 8. Juni 1917, und unseres korrespondierenden Mitgliedes, Herrn

Casimir de Candolle

in Genf, gestorben am 3. Oktober 1918.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Selmons, Maximilian in **Berlin-Friedenau,** Wielandstr. 12 (durch O. APPEL und J. ABROMEIT), und

Schanz, Dr. **Fritz,** San.-Rat, Augenarzt in **Dresden-A.,** Nürnberger Str. 52 (durch F. NEGER und R. SCHWEDE).

Mitteilungen.

---

64. **Norbert Patschovsky:** Über Nachweis, Lokalisierung und Verbreitung der Oxalsäure (gelösten Oxalate) im Pflanzenorganismus.

(Aus dem Botanischen Institut der Universität Jena.)
(Mit 3 Abbildungen im Text.)
(Eingegangen am 3. November 1918.)

Die in den pflanzlichen Zellsäften gelösten Oxalate sind bisher mikrochemisch zumeist durch Lösungen von Kalziumsalzen (Chlorid, Nitrat) nachgewiesen worden[1]. So verfuhr z. B. GIESSLER (1893), der auf diesem Wege die Lokalisation der Oxalsäure bei Vertretern von *Rumex*, *Begonia* und *Oxalis* ermittelte. Der Nachteil dieser zwar sehr empfindlichen Reaktion liegt zum einen in dem wenig ausgesprochenen mikroskopischen Bilde der erhaltenen Fällung von Kalziumoxalat, zum anderen darin, daß Chlorkalziumlösung gleichzeitig anwesenden Gerbstoff als schwärzliche Masse niederschlägt, die das gebildete Kalziumoxalat gänzlich verdecken kann. Es war deshalb wertvoll, ein von diesen Mängeln freies Oxalsäurereagens zu finden. Als solches erwies sich mir die wäßrige Lösung von Ferrosulfat, gleich brauchbar, ob aus dem Eisenvitriol, $FeSO_4 \cdot 7\,H_2O$, oder aus dem beständigeren MOHRschen Salz, $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6\,H_2O$, hergestellt[2]. Das entstehende Oxalat ist Ferrooxalat, $Fe \cdot C_2O_4 + 2\,H_2O$. Zur Veranschaulichung diene die Gleichung:

$$C_2O_4{''}K_2{}^{\cdot\cdot} + Fe^{\cdot\cdot}SO_4{''} = C_2O_4Fe + K_2{}^{\cdot\cdot}SO_4{''}.$$

Das Ferrooxalat fällt im Reagensglas als zitronengelber oder orangefarbiger Niederschlag, der kristallinisch und gut haltbar ist. Ein Teil Ferrooxalat löst sich in 4500 T. kalten und in 3800 T. heißen Wassers (SOUCHAY und LENSSEN 1858). Schwefel-, Salz- und Salpetersäure lösen Ferrooxalat, nicht aber Essigsäure. Nach

---

[1] Über andere Nachweisungsmittel vgl. MOLISCH, Mikrochemie d. Pflanze 1913, 101 f. u. Festschrift f. E. STAHL. Flora 1918.

[2] Auf dieses Reagens bin ich zuerst durch Herrn H. ZIEGENSPECK aufmerksam geworden.

HAUSHOFER (1885) besteht der Ferrooxalatniederschlag aus kleinen blaßgelblichgrünen Prismen mit einer domatischen Endigung, gewöhnlich nur aus rektangulären Täfelchen. Diese gehören dem rhombischen System an und löschen parallel den Seiten aus. Kreuzförmige Zwillinge sind nicht selten (HAUSHOFER l. c. 49). Sehr in die Augen fallend ist beim Betrachten durch ein Nikol der Dichroismus, wodurch die Kristalle in der einen Lage sattgelb, bei Drehung um 90° farblos erscheinen. Hieran ist das Ferrooxalat in Präparaten leicht wiederzuerkennen.

Zum Nachweis des gelösten Oxalats in einem Pflanzenteil lege ich frische nicht zu dünne Schnitte auf dem Objektträger in einen Tropfen essigsaurer Ferrolösung (10%), bedecke mit dem Deckglas und verdränge durch Erwärmen die Luft. Notwendig ist jedoch das Erwärmen nicht. Die zugesetzte Essigsäure hält das lästige Zersetzungsprodukt des Ferrosulfats — bas. Ferrisulfat — in Lösung. Nach einiger Zeit sind die oxalathaltigen Schnitte mit Kriställchen von Ferrooxalat durchsetzt. Die Größe dieser Kriställchen entspricht angenähert den Massen, wie sie bei Fällungen im Reagensglas festgestellt wurden (ca. 15×9 μ).

Weit größere Einzelkristalle und Konglomerate entstehen, wenn das Ausfallen verzögert ist. Fällung verzögernd wirkten im Reagensglas: Natriumazetat, Rohrzucker, Gelatine. So ließen sich Kristalle von 36×22 μ, ferner Konglomerate bis 195×180 μ erzielen (Abb. 1 u. 2).

Für den sicheren mikrochemischen Nachweis der Oxalsäure sehr wesentlich ist, daß etwa gleich große Kristallbildungen des Ferrooxalats auch in Pflanzengeweben gewonnen werden können (Abb. 3). Das hierfür geeignete Verfahren besteht darin, die zu prüfenden Pflanzenteile in heißes Reagens einzutauchen oder besser mittels Luftpumpe mit dem Reagens zu injizieren. Das Injektionsverfahren gewährleistet ferner eine genaue Lokalisierung der gelösten Oxalate im Pflanzenkörper, die der bloße Nachweis in Schnitten auf dem Objektträger meistens nicht verbürgen kann.

Inwiefern ist das Injektionsverfahren befähigt, die Fixierung der gelösten Oxalate in der Pflanze am Orte ihrer Lagerung zu bewirken?

Beim Injizieren wird die Luft des Interzellularensystems durch Reagensflüssigkeit ersetzt. Diese dringt von mehreren Seiten gegen die oxalathaltigen Zellen vor und tötet deren Protoplasten, worauf das Reagens in die Zelle hinein, Zellsaft aus der Zelle heraus diffundieren muß. Die Diffusionsvorgänge erhalten einen spezifischen Charakter dadurch, daß sie 1. im kolloidalen Medium verlaufen, und 2. zur Bildung eines unlöslichen Niederschlages (von Ferrooxalat) führen. Mit verschiedenen Ferrolösungen injiziertes oxalathaltiges Pflanzenmaterial zeigt die Ferrooxalatkristalle teils innerhalb der Zellen, teils mehr in den Interzellularen. Nur im ersten Falle kann von einer genauen Lokalisierung gesprochen werden. Die Frage nach deren Voraussetzungen beschränkt sich nach dem Vorausgeschickten also auf das Problem:

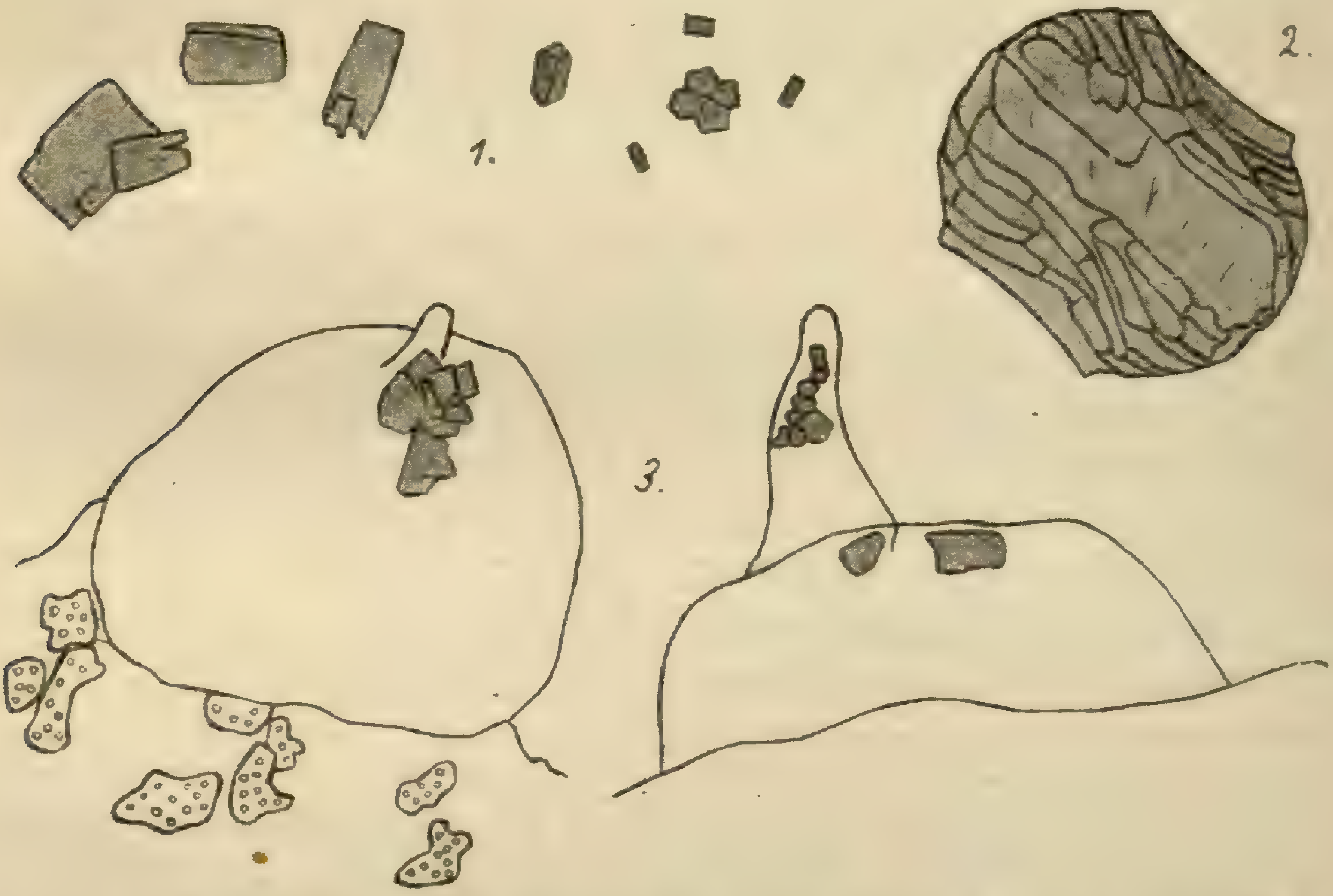


Abb. 1. Kristalle und Konglomerate von Ferrooxalat, erhalten aus einem Gemisch der Lösungen von Eisenvitriol, Natriumacetat, Essigsäure und Ammoniumoxalat. Vergr. 217.

Abb. 2. Konglomerat (Sphärolith) von Ferrooxalat, in Gelatine auskristallisiert. Vergr. 217.

Abb. 3. Kugeltrichome der Blattepidermis von *Mesembryanthemum cristallinum* L. mit Ferrooxalat im Innern. Das Blatt war in heiße essigsaure Ferrosulfatlösung getaucht worden. Vergr. 110

Unter welchen Bedingungen wird eine in einem kolloidalen Medium eingeschlossene kristalloide Lösung durch eine von außen eindiffundierende andere Lösung, mit der sie einen unlöslichen Niederschlag erzeugt, in dem kolloidalen Medium fixiert?

Um diese chemisch-physikalische Frage zu entscheiden, unternahm ich einige Versuche, zu denen ich durch eine Arbeit R. E. LIESEGANGs (1915) angeregt wurde. Ich füllte je 10 ccm von 5% wäßriger Gelatine, die mit einem bestimmten Gehalt an neutral. Kaliumoxalat versehen wurde, in Reagensgläser und schichtete nach dem Erstarren eine bestimmte Menge einer bekannten Ferrosulfatlösung auf die Gallerte. Es zeigte sich, daß der Ort, an dem das entstehende Ferrooxalat zur Ausscheidung gelangt, durchaus abhängig ist von dem Konzentrationsverhältnis der aufeinander wirkenden Reagenzien. Das Ferrooxalat lagert sich als gelbe Zone von wechselnder Dicke innerhalb der Gallerte ab, wenn die Konzentration der Ferrolösung die des in der Gelatine gelösten Oxalats überwiegt. Bei umgekehrtem Konzentrationsverhältnis wandert alles Oxalat aus der Gallerte aus, und das Ferrooxalat lagert sich in der aufstehenden Ferrolösung ab. Nur im ersten Falle ist das Oxalat in der Gallerte fixiert worden.

Zu dem gleichen Ergebnis war auch LIESEGANG (1915) geführt worden, als er mittels besagter Versuchsanordnung die Fixierung des Chlors in einer Kochsalz führenden Gallerte bei aufgeschichtetem Silbernitrat studierte. Ähnliche Untersuchungen gehen auf N. PRINGSHEIM (1895) zurück, an die BECHHOLD und ZIEGLER (1906) wieder anknüpften. Im Anschluß an die Letztgenannten sehen wir in dem höheren osmotischen Druck der Ferrolösung die Bedingung, die es gestattet, das Oxalat in der Gallerte festzulegen.

Im Verfolg dieses Befundes zeigte es sich, daß die Lokalisierung der Oxalsäure in einem mit Ferrolösung injizierten Pflanzenteil derselben Beziehung untersteht.

Lassen sich zunächst die physikalischen Bedingungen in einem aus Zellen aufgebauten Gewebe ohne weiteres mit denen der homogenen Gallerte in den vorangegangenen Reagensglasversuchen vergleichen? Ich glaube diese Frage in den Grenzen der vorliegenden Betrachtung bejahen zu dürfen auf Grund des folgenden Versuches. Stücke der dickfleischigen und oxalsäurefreien Blätter einer *Echeveria* sowie von *Mesembryanthemum uncatum*, die mit zwei Schnittflächen versehen waren, würden in zwei Reihen mit Lösung von neutral. oxalsaurem Kali injiziert und zwar Reihe a. mit $\frac{n}{1}$-Lösung, Reihe b. mit $\frac{n}{10}$-Lösung. Es ist anzunehmen, daß auf diese Weise die Gewebe gleichmäßig mit den betreffenden Oxalatlösungen erfüllt werden. Die Objekte der Reihe a. gelangten hierauf in Eisenvitriollösung $\frac{n}{10}$, die von b. in solche der Konzentration $\frac{n}{1}$.

Der Erfolg dieses Versuches war, daß nur in den Objekten b. das Oxalat als Ferrooxalat vollständig fixiert worden war, während aus den Objekten a. ein großer Teil des Oxalats in die umgebende Ferrolösung ausgewandert und hier als Ferrooxalat ausgefallen war. Ein Gewebekörper mit homogenem Oxalatgehalt verhält sich also der Ferrolösung gegenüber wie eine entsprechende vom Reagensglas umschlossene Gallertsäule. Die höhere Konzentration muß auch hier auf Seiten der von außen herangebrachten Ferrolösung sein, wenn das Oxalat in dem Gewebe fixiert werden soll. Und dasselbe ließ sich endlich für die einzelne oxalathaltige Zelle durch den Versuch erweisen:

Stengelstücke des im Mark sehr oxalsäurereichen *Rumex scutatus* wurden nebeneinander mit Eisenvitriollösungen der folgenden Konzentrationen injiziert: $\frac{n}{1}, \frac{n}{2}, \frac{n}{4}, \frac{n}{6}, \frac{n}{8}, \frac{n}{10}, \frac{n}{20}$. Die Untersuchung ergab, daß nur bei hohen Konzentrationen $\left(\frac{n}{1}\right)$ das Ferrooxalat innerhalb der Zellen zu finden war, daß dagegen bei Objekten schwacher Lösungen $\left(\frac{n}{20}\right)$ das Ferrooxalat in den Interzellularen gebildet worden war. Die dazwischenliegenden Konzentrationen lieferten Fällungsbilder, die stufenweise zwischen diesen Gegensätzen vermitteln. (Erst Durchwachsungen der Zellwand mit Ferrooxalatkristallen, dann gleichzeitiges Auftreten in den Interzellularen.)

Nur bei Injektion mit hochkonzentrierten Ferrolösungen besteht also die Aussicht, das gelöste Oxalat der Zellen in diesen zu fixieren, d. h. im Gewebe zu lokalisieren. Auch die von Ferrolösung umgebene Pflanzenzelle verhält sich, was die Fällung ihrer gelösten Oxalate betrifft, wie eine Gallertsäule mit homogenem Oxalatgehalt.

Mit Hilfe des Ferrosulfats ist man somit imstande, die gelösten Oxalate der Pflanze mit Sicherheit zu erkennen und zu lokalisieren. Der zweite Vorteil liegt in der genauen Abgrenzung nach der Seite des Gerbstoffs hin. Dieser wird durch Ferrosulfatlösung, wie dies früher LOEW und BOKORNY an *Spirogyra* gezeigt haben, mit großer Empfindlichkeit blau bis grünlich gefärbt. So war es mir möglich, mit einem Reagens gleichzeitig auf Oxalsäure und auf Gerbstoff zu prüfen. Zur exakten Lokalisierung des Gerbstoffs diente noch Kaliumbichromat. In dieser Weise untersuchte ich Vertreter sehr verschiedener Gruppen des Pflanzenreichs, wobei auch auf das ev. Vorkommen von geformtem Kalziumoxalat geachtet wurde.

Befunde der systematischen Untersuchungen.

A. Pflanzen ohne Ablagerung von Kalziumoxalat. Gelöstes Oxalat fehlt stets.

I. Mit Gerbstoff: *Monotropa* (nach KOHL vielleicht Spuren von Kalziumoxalat), *Euphorbia.*

II. Ohne ausgesprochenen Gerbstoffgehalt: *Monoclea, Fegatella; Musci; Equisetum; viele Gramina; Papaveraceae; Cruciferae; Primulaceae; Valerianella.*

B. Pflanzen mit Kalziumoxalat.

I. Gelöstes Oxalat fehlt; kein deutlicher Gerbstoffgehalt: *Vaucheria; Sticta pulmonaria; Lycopodium; Monstera; Lemna minor* L., *Tradescantia; Liliaceae; Amaryllidaceae; Orchidaceae; Peperomia; Viscum; Asarum; Amarantus Blitum* L., *Celosia cristata* L.; *Mesembryanthemum linguaeforme, uncatum; Rhipsalis salicornioides; Umbelliferae; Labiatae; Aeschynanthus pulcher.*

II. Gelöstes Oxalat fehlt bei mehr oder minder ausgesprochenem Gerbstoffgehalt: *Spirogyra; Rumex salicifolius* Weinm., *sanguineus* L.; *Polygonum bistorta* L., *Laxmanni* Lepech., *affine* D. Don., *aviculare* L., *Hydropiper* L.; *Mesembryanthemum lupinum, tenuifolium, Burchellii, multiceps; Crassulaceae; Leguminosae; Geranium pratense* L.; *Oxalis canescens* Jacq.. *macrostylis* Jacq., *rubella* Jacq., *pentaphylla* Sims., *rosacea* (*rosea* Jacq.*?); Impatiens; Vitis vinifera* L., *Ampelopsis Veitchii; Oenotheraceae; Atropa belladonna* L., *Nicotiana rustica* L.; *Rubiaceae; Compositae.*

III. Gelöstes Oxalat vorhanden; Gerbstoff fehlt in den oxalathaltigen Organen: *Lonchitis hirsuta* L. (*Polypodiacee* mit gelöstem Oxalat im Blattstiel und Nadeln von Kalziumoxalat; die Blattfiedern führen Rhaphidenbündel); *Rumex scutatus* L.; *Oxyria; Chenopodiaceae; Phytolacca; Mesembryanthemum Lehmanni, tricolor* Willd., *cristallinum* L., *cordifolium* L.; *Oxalis Bowiei* Lindl., *compressa* Jacq., *acetosella* L.

IV. Gelöstes Oxalat sowie mehr oder weniger Gerbstoff in demselben Organ vorhanden: *Rumex acetosa* L., *acetosella* L., *alpinus* L.; *Rheum; Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zuccar., *divaricatum* L., *filiforme* Thbg., *polystachyum* Wall., *tataricum* L., *Fagopyrum* L., *lapathifolium* L., *Persicaria* L.; *Mesembryanthemum cinctum, blandum, umbelliflorum* Haw.; *Portulaca; Oxalis lunata; Ampelopsis quinquefolia* Mx.; *Begonia* Rex; *Solanum tuberosum* L. (Stengel, Blattstiel mit gel. Ox.), *Datura stramonium* L. (Blattstiel, Spreite mit gel. Ox.).

Die wichtigsten allgemeinen Ergebnisse sind diese:

1. Pflanzen ohne normale Ablagerung von Kalziumoxalat lassen auch die gelösten Oxalate vermissen.

2. Gelöstes Oxalat ist bei Thallophyten seltener als bei Kormophyten. Sehr regelmäßig ist es in den Reihen der *Polygonales* und der verwandten *Centrospermae* angetroffen worden.

3. Innerhalb einer Gattung können reine Oxalsäurespezies, reine Gerbstoffspezies und kombinierte Typen gegeben sein. Unter dem ökologischen Gesichtspunkt dürften sich diese Fälle mit Stahl als Vikariieren bezw. Häufung der beiden als chemische Schutzmittel der Pflanze erkannten Stoffe deuten lassen. (GIESSLER 1893.)

4. Das Vorkommen gelösten Oxalates ist oft auf die oberirdischen Pflanzenteile beschränkt, während die unterirdischen, insbesondere die Wurzeln vielfach mit Gerbstoff erfüllt sind. In anderen Fällen kann die Oxalsäure auch in den Wurzeln nachweisbar sein, und diese sind dann regelmäßig gerbstoffleer.

5. Die Lokalisation der Oxalsäure ist vorzugsweise eine periphere, wie schon GIESSLER (1893) hervorgehoben hat.

6. Gelöstes Oxalat tritt nicht nur in farblosen Geweben auf, wie GIESSLER (l. c.) meint, es ist auch im Chlorophyllgewebe festgestellt worden. Ob das eine oder das andere zutrifft, scheint von den besonderen Bauverhältnissen der betreffenden Organe abhängig zu sein, indem flächenförmig ausgebildete Blattspreiten die Oxalsäure vornehmlich in der Epidermis speichern (*Oxalis*, *Phytolacca*, *Beta*), indes die der Form der Achse sich nähernden sukkulenten Blätter mit grüner Peripherie (*Mesembryanthema*) in dieser gelöstes Oxalat führen, und das nämliche gilt für viele Stengel und Blattstiele.

Vorliegender Bericht ist ein Auszug der später erscheinenden ausführlichen Arbeit.

Halle a. S., Botanisches Institut der Universität, im August 1918.

Literatur.

BECHHOLD, H. u. ZIEGLER, J., Annalen der Physik. 4. Bd. 20. 1906.

GIESSLER, R., Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. XXVII. Bd. N. F. XX 1893

HAUSHOFER, K., Mikroskopische Reaktionen. Braunschweig 1885.

LIESEGANG, R. Ed., Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. Bd. 31. Jahrg. 1914, Heft 4. 1915.

PRINGSHEIM, N., Jahrb. f. wiss. Bot. 28. 1895.

SOUCHAY u. LENSSEN, Annalen d. Chemie u. Pharmacie, herausgeg. v. WÖHLER, LIEBIG u. KOPP. Bd. 105. 1858.

65. G. Tischler: Untersuchungen über den Riesenwuchs von Phragmites communis var. Pseudodonax.

(Mit Tafel XVII.)

(Eingegangen am 6. November 1918.)

Als ich im Oktober 1916 den Botanischen Garten in Berlin-Dahlem besuchte, hatte ich mit Herrn Kollegen DIELS eine Unterhaltung über die damals gerade erschienene Publikation von HANS WINKLER[1]), in welcher dieser von seinen interessanten experimentell erzeugten Riesenformen bei *Solanum* berichtet. Und bei der Diskussion über echte *Gigas*-Rassen, die auch in der freien Natur vorkommen, machte mich Kollege DIELS auf ein anscheinend besonders schönes Beispiel aufmerksam, das gerade in Dahlem zu sehen war, nämlich auf die var. *Pseudodonax* unseres gemeinen *Phragmites cummunis.* ASCHERSON und GRAEBNER[2]) berichten darüber, daß diese Rasse von RABENHORST 1839 als *Arundo Donax* angesehen, dann aber 1846 unter der jetzigen Bezeichnung beschrieben wurde; sie erwähnen, daß es sich um eine südliche Rasse handeln dürfte, die nur an einer Stelle in der Lausitz in Deutschland gefunden sei. Sonst „scheint sie mit in den Tropen verbreiteten Riesenformen des Rohres identisch zu sein und dürfte sicher in den südlicheren Gebieten weiter verbreitet sein, aber bei der Schwierigkeit, so große Formen in Herbarien unterzubringen, ist das vorhandene Vergleichsmaterial zu mangelhaft, um ein definitives Urteil abgeben zu können. Verschiedene ethnologische Gegenstände aus den Tropen scheinen uns aus Stengeln dieser Rasse hergestellt."

Nach den Angaben der beiden Autoren kann sie in der freien Natur bis fast 10 m hoch werden, ihre Blätter erreichen eine Breite bis zu 5 cm, ihr Stengel eine Dicke bis fast 2 cm, die Rispe endlich eine Länge bis 50 cm. Demgegenüber wird die gewöhnliche Varietät nur 1—4 m hoch, hat nur 2,5—3 cm breite Blätter, einen 1,5 cm dicken Stengel sowie eine von 30—50 cm variierende Rispe.

Gerade *Phragmites communis* ist aber in seinen Größenverhältnissen außerordentlich vom Standort abhängig, und es sind denn auch mannigfache in der Größe stark abweichende Formen in der Literatur aufgeführt, die wohl, wie GRAEBNER glaubt (nach freundlicher Mitteilung von Kollegen DIELS), sicher nur Modifikationen sind. Das gilt offenbar von der Zwergform var. *flavescens b. pumila* G. F. W. Meyer 1824 = var. *nana* G. F. W. Meyer 1836 (ASCHERSON-GRAEBNER[1]) p. 330), die an trocknen Orten selten vorkommt und nach HEGI[2]) nur 30—60 cm hoch wird. Das gilt nach GRAEBNER gleichfalls von den bei BUCHENAU[3]) beschriebenen Individuen in der Nähe der Meeresküste. Diese sollten sich „bei sinkendem Wasserstand jederzeit experimentell herstellen lassen, wenn man das Wasser knapp hält.“ Sie werden im allgemeinen nur 30—50 cm hoch. Aber das gilt nicht mehr für die var. „*humilis*“ (als *Phragmites humilis* zuerst 1840 von DE NOTARIS aufgeführt); denn ASCHERSON und GRAEBNER[1]) sagen hier ausdrücklich: (p. 331) „von allen Rassen die charakteristischste, vielleicht besser Unterart. Die Pflanze wird meist nicht über 1,20 m[4]) hoch und hat nur eine 20 cm lange Rispe. Sie macht den Eindruck einer salzliebenden Form.“ Die einzige Stelle, an der sie in Deutschland (und zwar in Schlesien nach UECHTRITZ 1865) vorkommen sollte, ist nach Herrn Professor SCHUBES liebenswürdiger Mitteilung aber längst der Kultur zum Opfer gefallen. Wir haben auch hier Nachrichten, daß in südlicheren Breiten ähnliche Formen auftreten. So gibt SCHWEINFURTH[5]) an, daß streckenweise die salzigsandigen Flächen des Fajûm in Unterägypten von einer Zwergform des *Phragmites communis* bedeckt sind.

---

[1]) Zeitschrift f. Bot. Band 8, p. 417 ff. 1916.

Geklärt sind die Erblichkeitsverhältnisse weder bei der Riesenrasse der „*Pseudodonax*“ noch bei der Zwergrasse „*humilis*“[6]). Wenigstens ist mir keine Angabe darüber bekannt geworden. daß bei Selbstbestäubung Nachkommen in Kultur aufgezogen sind. Und das dürfte auch in Zukunft schwer sein, weil so sehr häufig

---

[1]) Synopsis der Mitteleuropäischen Flora Bd. II, 1. Abt., p. 328 ff.

[2]) Illustrierte Flora von Mittel-Europa Bd. I, p. 273.

[3]) Flora der Ostfriesischen Inseln, p. 155.

[4]) Herr Kollege DIELS machte mich freundlichst auf den Druckfehler bei ASCHERSON und GRAEBNER aufmerksam, wonach die beiden Autoren 1,2 dm, also 12 cm sagen. HEGI hat in seiner Flora (p. 273) übrigens den gleichen Fehler übernommen.

[5]) Reise in das Depressionsgebiet im Umkreis des Fajûm im Januar 1886. Zeitschr. Gesellsch. f. Erdk. Berlin. Bd. 21. 1886. Ref. B. J. 1886. II, p. 197.

[6]) FOCKE (Abh. naturw. Ver. Bremen Bd. 19, p. 77. 1907) sagt lakonisch: „Eine Riesenform, über deren Erblichkeit man nichts weiß, ist *Phragmites communis* var. *Pseudodonax*.“

Phragmites keinen reifen Samen erzeugt, sich also nur vegetativ fortpflanzt. Herr Kollege DIELS schrieb mir ausdrücklich, daß Herr Oberinspektor PETERS vom Dahlemer Botanischen Garten wenigstens in Berlin reife Samen sich nicht entsinnt gesehen zu haben. In der Literatur fand ich aber eine Angabe von HOLMBOE[1]) über reife Früchte in der Nähe von Kristiania und von WARMING[2]) über Keimpflanzen aus der Nähe von Stockholm, somit von erheblich nördlicher gelegenen Lokalitäten. So scheint es sich jedenfalls auch für Norddeutschland nicht etwa um ein Analogon zu *Acorus Calamus* zu handeln. Demungeachtet dürfte die Vermehrung von *Phragmites communis* durch Samen gegenüber der vegetativen sehr zurücktreten. Wollen wir ganz korrekt sein, so können wir also nur sagen, daß der Riesenwuchs bei *Pseudodonax* vielleicht genotypisch bedingt, vielleicht auch als „Klonumbildung“[3]) aufgetreten ist, ähnlich wie man das bei vielen Pilzen und Bakterien erwiesen hat. Aber davon zum mindesten kann man sich leicht überzeugen, selbst wenn *Pseudodonax* gar nicht einmal Riesendimensionen annimmt.

Herr Kollege DIELS war so freundlich, mir zwei schöne Exemplare des genannten Riesengrases zur weiteren Kultur nach dem Botanischen Garten Braunschweig zu schicken, und bei meiner Übersiedlung nach Hohenheim nahm ich diese in meinen neuen Wohnort mit. Ich ließ sie in geräumige Blumentöpfe pflanzen und dicht daneben unter gleichen Bedingungen auch Exemplare unserer gemeinen Varietät von *Phragmites*, die aus dem Teiche von Riddagshausen bei Braunschweig stammten. Die Lebensbedingungen waren wohl wenig optimal: das Schilf wuchs wenigstens weder 1917 noch 1918 besonders hoch. Und speziell die Riesenvarietät wurde an Höhe von der hier bei Hohenheim wachsenden wilden *communis* weit übertroffen. Aber wenn man die beiden nebeneinander unter denselben Verhältnissen wachsenden Varietäten vergleicht, dann ist bei *Pseudodonax* doch die relative Zunahme der Größe in aller Schärfe zu konstatieren. Der Unterschied zeigte sich schon bald nach dem ersten Aussprossen der Blätter im Frühjahr und blieb bis zum Herbste bestehen. So müßte sich die uns hier interessierende Varietät verhalten, wenn sie eine „*Gigas*“- oder zum mindesten eine „*Hero*“-Rasse wäre. Entscheidend konnte natürlich allein die Feststellung der Chromo-

---

1) Bot. Notiser 1898 p. 178.

2) Bot. Notiser 1884 p. 165.

3) E. LEHMANN im Centralblatt f. Bakt. I. Abt., Bd. 77, p. 289 ff. 1916.

somenzahl sein, die zweckmäßig in erster Linie bei den Teilungen der Pollenmutterzellen zu beobachten war. Aber, um das Resultat gleich vorwegzunehmen, die Chromosomenzahlen der beiden Varietäten differierten zu meinem großen Erstaunen nicht. Sie betrugen in beiden Fällen haploid 18.

Das Material für *Phragmites communis* fixierte ich im August 1917 am Kinkeimer See in Ostpreußen sowie im September 1918 in Hohenheim in FLEMMINGscher Lösung. Für die var. *Pseudodonax*, die bei uns keine Blütensprosse gebildet hatte, war Kollege DIELS so freundlich, die FLEMMING-Fixierung im August 1918 in Dahlem vorzunehmen.

Auf unserer Tafel XVII sehen wir einige charakteristische Bilder. In Fig. 1 haben wir zunächst eine Diakinese von *Phr. communis* (in 2 Schnitten), in Fig. 2 eine heterotype Spindel in Pol- und in Fig. 3 in Längsansicht.

Interessant sind unter den 18 Chromosomen gewisse Größenverschiedenheiten, die sich durchweg vorfinden. Zwei Chromosomen waren nämlich wesentlich kleiner als die übrigen, und von den anderen untereinander ziemlich ähnlichen pflegten ein bis zwei etwas an Größe hervorzutreten. In Fig. 4 haben wir noch ein Bild mit den beiden homöotypen Spindeln: die Chromosomen sind zufällig nur teilweise vorhanden. Endlich weise ich noch auf die Dyaden- (Fig. 5) wie auf die fertigen Tetradenkerne (Fig. 6) hin: die gewählten haben durchaus typische Größe.

Für die var. *Pseudodonax* haben wir in Fig. 7 (a und b) ein Bild der Diakinese. Man erkennt wieder scharf die 18 Chromosomenpaare, aber es fällt auf, um wieviel kräftiger sie sind als bei der Hauptart. Bei den beiden längsten Chromosomen war öfters besonders scharf eine Gliederung in einzelne Abschnitte zu erkennen. Unsere Fig. 8 entspricht dann Fig. 2; die durchschnittlich größere Mächtigkeit der Chromosomen bleibt auch hier bestehen, ja selbst, wenn die Zelle deutlich kleiner ist, wie in Fig. 9 und 10. Besonders die heterotype Spindel in Längsansicht läßt schon bei schwächerer Vergrößerung ihren stärkeren Gehalt an färbbarer Substanz erkennen, und bei Immersion können wir das dann auf die Vergrößerung der Einzelchromosomen zurückführen. Fig. 11 korrespondiert mit Fig. 4, und in Fig. 12 haben wir Telophasen der homöotypen Spindel. Ich nahm dieses Bild noch deshalb besonders auf, weil es eine zuweilen beobachtete Abnormität zeigt (s. TAECKHOLM und SOEDERBERG)[1], daß nämlich zwischen den beiden homöotypen Spindeln keine Plasma- und Zellteilung stattgefunden hat, also dicotylen-ähnliche Verhältnisse vorliegen. Im übrigen zeigt aber das abgebildete Stadium, daß die chromatische Zusammenballung schon sehr stark vorgeschritten ist, die Tochterkerne also relativ klein zu werden versprechen. In Fig. 13, den fertigen Tetraden-Nuclei, ist denn auch kein typischer Größenunterschied mehr gegenüber der Hauptart (Fig. 6) zu beobachten.

---

[1] Svensk bot. Tidskr. Bd. 12 p. 189 ff. 1918.

Haben die beiden *Phragmites*-Varietäten die gleichen Chromosomenzahlen, so sollten wir auch durchweg annähernd die gleichen Kern- und Zellgrößen in embryonalen Geweben erwarten. Das ist in der Tat der Fall. Ich maß es z. B. ganz scharf im Stadium der *Synapsis*, in dem beiderlei Kerne 8—10 μ Durchmesser hatten, ich maß es in den Tetraden wie vor allem am reifen Pollen selbst. Meine Messungen bei *Pseudodonax* variierten hier zwischen 20 und 27 μ mit Hauptgipfel der Kurve bei 22 bis 23 μ. Ganz dieselben Größen sah ich bei *communis*, keineswegs waren sie hier kleiner. Im Gegenteil, mein Material zeigte mir zufällig daneben in Ostpreußen (1917) selbst solche von 28—35 μ, in Hohenheim (1918) solche von 30—39 μ als Regel, wenn ich die bestentwickelten Pollenkörner allein maß. Dies waren also Größen, wie ich sie gerade bei *Pseudodonax* nicht mehr auffand. Herr Kollege DIELS hatte noch die Freundlichkeit, auch seinerseits an dem Dahlemer Material von *Pseudodonax* Messungen zu machen, und er teilte mir mit, daß der Pollen durchschnittlich etwa 25 μ, niemals viel mehr, messe. Ganz sicher hat dieser also keine Riesenmaße mehr, sondern pflegt sich sogar etwas unter der Größe der gewöhnlichen Varietät zu halten.

Das Studium der somatischen Zellen müßte nach unseren obigen Auseinandersetzungen bei beiden Formen 36 Chromosomen geben. Diese sind aber hier ganz außerordentlich schwer zu zählen, trotzdem ich an auswachsenden Wurzeln genug Mitosen beobachten konnte. Denn sie schlingen sich in den zu prüfenden Stadien so umeinander, daß man meist die Grenzen nicht deutlich sieht und zu wenig zählt. Das passiert ja auch sonst leicht bei vegetativen Mitosen. Immerhin sah ich zufällig bei *Pseudodonax* einmal absolut sicher 36 Chromosomen in einem Kern (Fig. 14) und mehrfach Zahlen über 30, niemals über 36. Wenn ich bei *communis* meist nur einige 20 Chromosonen deutlich unterschied, so will ich daraus nicht folgern, daß hier weniger als bei der Riesenrasse vorhanden sind. Sie sind nur etwas kleiner und darum nicht so scharf gesondert. Aber die Ruhekerne und -Zellen sind in beiden Varietäten nicht typisch verschieden, so sehr auch die Kern- und Zellgröße innerhalb eines Individuums nach Alter und Organ variiert[1]). Als Normalzahl der diploiden Chromosomen darf ich also auch hier unbedenklich 36 betrachten.

Die Zellen der ausgewachsenen Gewebe bei den beiden Varietäten sind demgegenüber ungleich groß, und zwar etwa so, daß die von *Pseudodonax* zu denen von *communis* sich verhalten wie die eines gut genährten Individuums zu denen einer Kümmerform. Wie das auch SIERP[2]) bei seinen Objekten sah, differieren aber dabei die Zellen in den verschiedenen Geweben beträchtlich. Besonders große Differenzen hatten z. B. die Leitbündel und die eigenartigen „Gelenkzellen“[3]) (Wasserspeicher) der Blätter, während die Spaltöffnungen wieder sehr geringe Größenunterschiede zeigten.

Wohlgemerkt gilt das nur für Individuen, die unter möglichst gleichen äußeren Faktoren wachsen. Als ich z. B. die Leitbündel aus der Infloreszenz der mir vom Dahlemer Botanischen Garten gesandten *Pseudodonax*-Exemplare mit denen eines üppigen *communis*-Individuums vom natürlichen Standort in Hohenheim verglich, wurden jene von diesen an Größe sehr übertroffen. Darum dürfte es sich erübrigen, genaue Zellmaße zu geben. Die Modifizierbarkeit der Gewebe wie der Zellgrößen ist gerade bei dieser „amphibischen“ Pflanze nach KOHL[4]) recht groß.

Wenn wir versuchen, die zytologischen Verhältnisse mit dem Riesenwuchs in Verbindung zu bringen, so müssen wir die auffallende Tatsache berücksichtigen, daß die Einzelchromosomen bei *Pseudodonax* sowohl der meiotischen wie der somatischen Mitosen entschieden größer sind als bei *communis*. Das springt besonders bei ersteren in die Augen, wo wir ja auch mit am ersten Kerne unter denselben Verhältnissen zum Vergleich bringen können. Man betrachte auf unserer Tafel die Figuren 1 und 7, 2 und 8 bis 9, 3 und 10, 4 und 11. Selbstverständlich variieren die Chromosomengrößen auch innerhalb der gleichen Anthere[5]), man darf also nur nach dem Gesamteindruck gehen. Aber die zur Zeichnung ausgewählten sind völlig typisch und zeigen, daß es sich hier um beträchtliche außerhalb der Variationskurve liegende Differenzen handelt. In den somatischen Teilungen lagen die Chromosomen sehr dicht zusammen, aber ohne jede Voreingenommenheit ließ sich doch konstatieren, daß sie durchweg bei *Pseudodonax* etwas größer sind als bei *communis*. Die zusammenhängenden Kernplatten und Metakinese-Stadien sind bei der Riesenvarietät in toto stärker und fallen schon bei schwächeren Vergrößerungen mehr in die Augen als bei der Varietät *communis*. Und ich glaube, wir dürfen bestimmt damit rechnen, daß das Karyotin und vor allem jener Teil davon, den wir Chromatin zu nennen gewohnt sind, während der Mitose bei *Pseudodonax* quantitativ stärker als bei *communis* ausgebildet ist. Nun kann das für unser Problem gleichgültig sein, wahrscheinlich aber ist es mir nicht.

---

[1]) Vgl. auch die generelle Behandlung der Frage in der Dissertation von E. KLIENEBERGER. Beih. bot. Centralbl. Abt. I, Bd. 35, p. 219 ff. 1917.

[2]) PRINGSH. Jahrb. Bd. 53, p. 55 ff. 1914. Hier die Gesamtliteratur.

[3]) Vgl. darüber vor allem: K. LOHAUSS (Diss. Königsberg). Bibl. botan. Heft 63. 1905.

[4]) Die Transpiration der Pflanzen und ihre Einwirkung auf die Ausbildung pflanzlicher Gewebe. Braunschweig 1886 p. 109 ff.

[5]) Z. B. bei TISCHLER, Archiv f. Zellf. Bd. 5, p. 646. 1910.

Schon GREGORY [1]) beschrieb nämlich 1909 bei *Primula sinensis* eine Riesenrasse, bei der die Chromosomenzahl nicht aufs Doppelte erhöht ist und nur sämtliche Chromosomen, zum mindesten der allotypen Teilungen erheblich größer sind als bei der Normalrasse. Auch hier waren unter gleichen Verhältnissen die somatischen Zellen bei der Riesenvarietät größer als bei der normalen. Nur scheint mir aus GREGORYs Arbeit hervorzugehen, daß auch die ruhenden Zellkerne durchweg größer sein sollen. Dann müßten aber schon die embryonalen Zellen entsprechend größer sein. Bei *Phragmites* würde es mit unseren sonstigen Vorstellungen besser harmonieren, daß die Kerne nicht in der Größe typisch verschieden sind, jedenfalls nicht stärker, als wir das bei ungleicher Zellernährung stets vorfinden. Denn die Chromosomenzahl beeinflußt ja die Kern- und Zellgröße sowie die der Einzelorgane der Zellen [2]). Und die Mehrproduktion von Chromatin könnte dann bei der Ontogenese physiologisch darin ihren Ausdruck finden, daß der Stoffwechsel ein gesteigerter ist, etwa wie sich das HAECKER [3]) denkt durch stärkere Produktion wachstumsfördernder „Fermente, innerer Sekrete oder Hormone“. Dadurch würde die Riesenrasse gegenüber der normalen in ein Verhältnis kommen wie ein besser ernährtes Individuum zu einer unter ungünstigen Bedingungen wachsenden Hungerform. Nur hätten wir es mit einer anderen Kombination von Innen- und Außenfaktoren zu tun. Und die ersteren würden dabei offenbar in ihrer Bedeutung für die Aufklärung des Riesenwachstums stärker herangezogen werden müssen, als bei der gewöhnlichen Varietät.

---

[1]) Proc. Cambridge phil. Soc. vol. 15, p. 239 ff.

[2]) S in erster Linie die Diskussion bei HANS WINKLER, Zeitschr. f. Bot. Bd. 8, p. 455 ff. 1916.

[3]) Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phaenogenetik). Jena 1918 p. 29.

Zu vergleichen wären diese Phaenomene mit den von DELAUNAY[1]) beschriebenen. Dieser untersuchte nämlich eine Anzahl Spezies der Liliaceen-Gattung *Muscari*. Bei gleicher Chromosomenzahl waren sie doch sämtlich am Aussehen ihrer Kernplatten etwas zu unterscheiden. Und zwar lief mit einer deutlichen Rückbildung in der Größe bestimmter Chromosomenpaare auch ein bestimmtes physiologisches Merkmal parallel, nämlich eine Reduktion in ihrer Fertilität. *Muscari monstrosum*, die sterilste Art, hatte auch die kürzesten Chromosomen[2]).

Genotypisch (oder daneben in Form einer „Klonumbildung") bedingter Riesenwuchs würde also zustande kommen:

1. durch Erhöhung der Chromosomenzahl und durch Kern- sowie Zellvergrößerung somatischer und Fortpflanzungszellen. *Gigas*- resp. *Hero*-Rassen. (*Oenothera*, *Primula*, *Solanum* etc. sowie zoologische Beispiele s. HAECKER)[3]);
2. durch Vergrößerung der Chromosomen bei gleichbleibender Zahl, Vergrößerung der ausgewachsenen Zellen bei gleichbleibender Größe der embryonalen. *Pseudogigas* - Rassen. (*Phragmites communis* var. *Pseudodonax*)[4]).

---

[1]) Etude comparée caryologique de quelques espèces du genre Muscari Mill. Mém. Soc. d. Natur. Kiew t. 25, ref. Bot. Centralbl. Bd. 132, p. 54. 1916, und ausführlicher in A. ERNST: Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich. Jena 1918, p. 553—555.

[2]) Von der Arbeit der Miss A. M. LUTZ: *Oenothera mutants* with diminutive chromosomes. Americ. Journ. Bot. vol. 3 p. 502—526, 1916, kenne ich nur den Titel. Vielleicht liegt auch hier etwas mit unserem Fall Vergleichbares vor. Einige zoologische Analoga habe ich in meiner Abhandlung in Progr. rei. bot. Bd. 5, p. 219 ff. 1915 aufgeführt. S. speziell für die Fliegengattung *Drosophila* die tabellarische Zusammenstellung bei CH. W. METZ in Americ. Natural. vol. 50, 1916. Man vergl. in erster Linie die Figuren auf p. 590—591.

[3]) l. c. p. 28 ff

[4]) Dazu käme noch evtl. der Fall, den GREGORY 1909 beschrieb: Vergrößerung der Chromosomen bei gleichbleibender Zahl, typische Vergrößerung sämtlicher Kerne und Zellen. Die Realexistenz dieses Typs erscheint mir aber noch nicht völlig gesichert, so lange wir die Größen der beiderseitigen Pollen-Mutterzellen und Pollenkörner noch nicht vergleichen können. Bei den gemessenen Kernen sind die Differenzen jedenfalls sehr geringe. Sollte sich die Rasse als prinzipiell verschieden von unserem Fall 2 herausstellen, könnte man sie als *Ingens*-Rasse absondern. Vielleicht sind in diesem Zusammenhange auch die „univalenten" Gigas-Individuen von *Oenothera Lamarckiana* zu behandeln, auf die STOMPS (Biolog. Centralbl. Bd. 36, p. 129 ff. 1916) hingewiesen hat

Ebenso dürfen wir wohl auch die entsprechenden Zwergformen uns zustande gekommen denken:

1. durch Verringerung der Chromosomenzahl und entsprechende Kern- und Zellverkleinerung in somatischen und Fortpflanzungszellen. *Pygmaeus*-Rassen[1]). (Eine solche ist bisher nur an zoologischen Objekten beschrieben, z. B. von GÜNTHER HERTWIG[2]) bei parthenogenetischen Larven von BUFO oder von CHAMBERS[3]) bei einer Zwergform von *Cyclops viridis* var. *parcus*; von botanischen Objekten würden vor allem die Individuen von *Fucus vesiculosus* in Betracht kommen, die J. B. OVEBTON[4]) bei künstlicher Parthenogenesis zog).
2. durch Verkleinerung der einzelnen Chromosomen bei gleichbleibender Zahl, Verkleinerung der ausgewachsenen somatischen Zellen bei gleichbleibender Größe der Fortpflanzungszellen. *Pseudopygmaeus*-Rassen (hierher vielleicht *Oenothera Lamarckiana* var. *nanella*[5]), ferner auch die von SIERP[6]) untersuchten Zwergrassen; leider fehlen hier vielfach Angaben über die Größe der gerade besonders wichtigen Pollen-Mutterzellen oder Pollenkörner. Wo diese gemessen sind, erwiesen sie sich aber bei beiden Rassen als gleichgroß oder zeigten nur sehr geringe Differenzen: *Clarkia pulchella*, *Lathyrus odoratus*, *Nigella damascena* und *Viola tricolor*. Die Pollen-Mutterzellen wurden gar nicht berücksichtigt).

Wohin gewisse neulich von V. GOEBEL[7]) beschriebene Zwergfarne gehören, wäre noch zu untersuchen. Wahrscheinlich aber, und auch V. GOEBEL selbst hält dies für möglich, gehören einige, wie *Aspidium filix mas* var. *pumila*, wegen der verschiedenen Sporengröße der Haupt- und Zwergformen zu unserer ersten Kategorie. Bei *Aspidium angulare* var. *parvissima* sind dagegen die Sporenunterschiede so gering, daß mir der Nanismus auf Grund einer geringeren Chromosomenzahl weniger wahrscheinlich ist.

---

[1]) Ich gebrauche nicht das Wort „Nanus", da die Nanusformen der Gärtner und Floristen nur in den seltensten Fällen in diese Rubrik gehören dürften.

[2]) Archiv f. mikr. Anat. Abt. II, Bd. 81, p. 115 ff. 1913.

[3]) Biol. Bull. vol. 22, 1912 cit. bei HAECKER l. c. p. 28.

[4]) Science N. S. vol. 37, p. 841—844. 1913.

[5]) R. R. GATES in Science N. S. vol. 27, p. 193—195. 1908. (Hier ist allerdings nur von gleichbleibender Zahl, aber von keiner Größenverringerung die Rede.)

[6]) PRINGSH. Jahrb. Bd. 53. 1914.

[7]) Flora Bd. 111—112, p. 268 ff. 1918.

Zum Schluß sei noch einmal auf HAECKERs[1]) neuestes Buch verwiesen, in dem die ganze Riesen- und Zwergwuchsfrage zusammenfassend behandelt wird, in erster Linie allerdings, soweit es die Verhältnisse beim Menschen betrifft.

Hohenheim, Botanisches Institut der landwirtschaftl. Hochschule, im November 1918.

Erklärung der Tafel XVII.

Alle Figuren mit Ausnahme von Fig. 14 beziehen sich auf Pollen-Mutterzellen und sind bei einer Vergrößerung von 1800 ($^1/_{24}$ Winkel Öl Immers. LEITZ C. Oc. 6) mit ABBES Zeichenapparat gezeichnet.

Fig. 1 (a und b). *Phragm. comm.* Diakinese (in zwei aufeinanderfolgenden Schnitten). Man zählt deutlich die 18 bivalenten Chromosomen.

Fig. 2. *Phragm. comm.* Äquatorialplatte der heterotypen Spindel, etwas schräge getroffen; die 18 Chromosomenpaare in eine Ebene projiziert.

Fig. 3. *Phragm. comm.* Heterotype Spindel in Längsansicht.

Fig. 4. *Phragm. comm.* Homöotype Spindeln in Pol- und Längsansicht. Es sind zufällig nicht alle 18 Chromosomenpaare zu sehen.

Fig. 5. *Phragm. comm.* Dyadenkerne in Interkinese.

Fig. 6 *Phragm. comm.* Tetradenkerne im Ruhestadium.

Fig. 7 (a und b). *Phragm comm.* var. *Pseudodonax.* Diakinese (in zwei aufeinanderfolgenden Schnitten). Man zählt wieder 18 bivalente Chromosomen, eines ist ein wenig vom Messer herausgerissen.

Fig. 8. *Phragm. comm.* var. *Pseudodonax.* Äquatorialplatte der heterotyen Spindel, etwas schräge getroffen; die 18 Chromosomenpaare in eine Ebene projiziert.

Fig. 9. *Phragm. comm.* var. *Pseudodonax.* Äquatorialplatte; die 18 Chromosomen sehr scharf getrennt.

Fig. 10. *Phragm. comm.* var. *Pseudodonax.* Heterotype Spindel in Längsansicht.

Fig. 11. *Phragm. comm.* var. *Pseudodonax.* Homöotype Spindeln in Längsansicht.

Fig. 12. *Phragm. comm.* var. *Pseudodonax.* Homöotype Spindeln. Telophasen, ausnahmsweise ohne daß eine Teilung der Pollen-Mutterzellen erfolgt wäre.

Fig. 13. *Phragm. comm.* var. *Pseudodonax.* Tetraden im Ruhestadium.

Fig. 14 *Phragm. comm.* var. *Pseudodonax.* Vegetativer Kern aus der Wurzelspitze, ausnahmsweise deutlich alle 36 längsgespaltenen Chromosomen zeigend.

---

[1]) HAECKER l. c. p. 21 ff. 1918.

66. Walther Wangerin: Die pflanzengeographische Bedeutung der Verbreitungsgrenze von Buche und Fichte für das nordostdeutsche Flachland.

(Eingegangen am 15. November 1918.)

Aus der großen Zahl von Verbreitungsgrenzen, die mannigfach sich durchkreuzend das Gebiet des nordostdeutschen Flachlandes durchziehen, heben sich diejenigen zweier unserer wichtigsten Waldbäume, der Rotbuche (*Fagus silvatica*) und der Fichte (*Picea excelsa*), als besonders bedeutsam heraus. Denn wenn auch die modernere pflanzengeographische Auffassung über die einseitige Beurteilung und Bewertung der Vegetationslinien im GRISEBACHschen Sinne hinaus fortgeschritten ist zu der Erkenntnis, daß jene Betrachtungsweise nur in seltenen Fällen zu befriedigenden und eindeutigen Resultaten führt, so kommt doch den Arealgrenzen der Holzgewächse, insbesondere der bestandbildenden und damit für die landschaftliche Physiognomie in so hohem Maße bestimmenden Waldbäume unzweifelhaft immer noch nach verschiedenen Richtungen hin ein erhöhtes Interesse und eine über das Durchschnittsmaß hinausgehende Bedeutung zu, was sich ja auch darin widerspiegelt, daß gerade diese Grenzen und die Frage nach den Ursachen ihres Verlaufes auch in neuerer Zeit noch den Gegenstand wiederholter Untersuchungen und eingehender Darstellungen gebildet haben.

Im Folgenden sollen nun nicht diese Fragen der biologischen Erklärung der Arealgrenzen der beiden genannten Bäume und die Einzelheiten des Grenzverlaufes innerhalb des Gebietes des nordostdeutschen Flachlandes erörtert werden, da in dieser Beziehung dem bereits Bekannten wesentlich Neues nicht hinzuzufügen bleibt, sondern es soll die allgemeine Bedeutung jener Grenzlinien für die pflanzengeographische Stellung und Gliederung des Gebietes kurz beleuchtet werden. Ehe aber hierauf eingegangen werden kann, wird es unumgänglich sein, wenigstens in aller Kürze über den Verlauf der Grenzen zu berichten, um die Grundlage, auf der die weiteren Betrachtungen beruhen, klarzustellen.

Was zunächst die Rotbuche anbetrifft, die sich in unserem Gebiet bekanntlich an der absoluten Nordostgrenze ihres Areals befindet, so läßt sich der Verlauf ihrer Grenze, der insbesondere durch ABROMEIT[1]) klargestellt und auch kartographisch zur Darstellung gebracht worden ist, kurz dahin kennzeichnen, daß sie vom nordöstlichen Zipfel des Frischen Haffs (Brandenburger Heide) in südöstlicher Richtung durch die Kreise Pr. Eylau und Heilsberg nach dem Kreise Rössel (Forstrevier Sadlowo) zieht, dann aber, einen Bogen um Allenstein herum beschreibend, in südwestliche Richtung übergeht, um, unter Einschluß der Kernsdorfer Höhe (Kreis Osterode), auf das benachbarte Gebiet des südöstlichen Westpreußen (Kreise Löbau und Strasburg) überzutreten und von hier aus im nordwestlichen Polen[2]) ihre Fortsetzung zu finden. Freilich kann es keinem Zweifel unterliegen, daß diese Grenzlinie, die die äußersten gesicherten natürlichen Standorte des Baumes verbindet, nicht die Grenze eines geschlossenen Areals bezeichnet, sondern daß es sich vielfach schon um eine Auflösung in isolierte, vorgeschobene Posten handelt, während die Grenze der mehr zusammenhängenden Verbreitung weiter westlich (etwa in den ostpreußischen Kreisen Braunsberg, Pr. Holland, Mohrungen) zu ziehen ist. Bei der starken Beeinflussung der Zusammensetzung der Wälder durch die Forstkultur, die ja vielfach eine Zurückdrängung gerade auch der Rotbuche zur Folge gehabt hat, wird indessen das Vorhandensein bzw. die Ausdehnung natürlicher Verbreitungslücken kaum mehr feststellbar sein; bemerkenswert ist es aber jedenfalls, daß die Rotbuche in der Brandenburger Heide im wesentlichen nur eingesprengt neben anderen Holzarten und nicht in besonders starken Stämmen vorkommt und daß sie auch in den Waldungen der oben genannten westpreußischen Kreise im Gegensatz zu dem sich weiter nördlich anschließenden Kreis Rosenberg wenigstens gegenwärtig keine irgendwie stärker hervortretende Rolle spielt, während sie andererseits am Ost- und Südhang der Kernsdorfer Höhe, also nahe ihrer Grenze, im Hasenberger, Klonauer und ganz besonders im Döhlauer Walde sich noch mit voller Kraft in reinen, charakteristischen Beständen von hervorragender Schönheit entwickelt zeigt.

---

1) ABROMEIT, Die Vegetationsverhältnisse von Ostpreußen unter Berücksichtigung der benachbarten Gebiete, in ENGLERs Bot. Jahrb. XLVI, Beibl. Nr. 106 (1912), p. 65—101; vergl. bezüglich der Buchengrenze insbesondere p. 69 und 79—80.

2) Über ihren Verlauf daselbst vergl. PAX, Die Pflanzenwelt Polens, in Handbuch von Polen (Berlin 1912), p. 183; der auf Karte VII dargestellte Grenzverlauf entspricht, soweit es sich um Ostpreußen handelt, nicht ganz den oben geschilderten Verhältnissen.

Nicht ganz so klar liegen die Verhältnisse bezüglich des Grenzverlaufes der Fichte, die in unserem Gebiet eine relative Südwestgrenze erreicht. Sie erscheint in dem Höhengelände östlich von Elbing (Trunzer Höhe) neben der Rotbuche und teilweise auch mit dieser gemischt. Von hier aus zieht DENGLER[1]) die Grenze des natürlichen Vorkommens über Mühlhausen-Wormditt-Guttstadt-Allenstein nach den Waldungen südwestlich von Ortelsburg, so daß also das südwestliche Ostpreußen und mit Ausnahme des oben genannten Punktes der ganze übrige östlich der Weichsel gelegene Teil Westpreußens von dieser Linie ausgeschlossen bleiben. Hiermit stehen indessen die Ansichten der meisten westpreußischen Botaniker nicht im Einklang, von denen z. B. CONWENTZ[2]) eine ganze Anzahl mutmaßlich urwüchsiger Vorkommnisse anführt und PREUSS[3]) die Verbreitungsgrenze von der Trunzer Höhe in ziemlich genau südlicher Richtung bis nach der Gegend südlich von Dt. Eylau zieht. Innerhalb des strittigen Gebietes liegen nun eine Anzahl staatlicher Forstreviere (z. B. Alt-Christburg, Schwalgendorf, Taberbrück in den Kreisen Mohrungen und Osterode, Forsten südlich von Allenstein und im Kreise Neidenburg), für die DENGLER auf Grund seiner Erhebungen ausdrücklich angibt, daß er ein natürliches Vorkommen der Fichte nicht habe feststellen können; andererseits glaube ich aber auf Grund eigener genauer Kenntnis des westlich vom Geserich-See gelegenen Schönberger Forstes mit CONWENTZ und PREUSS nicht daran zweifeln zu sollen, daß die Fichte hier, insbesondere in dem sogen. „Tannenbruch“, mit Recht als urwüchsig angesehen wird, und das Gleiche gilt vielleicht auch von den mehr vereinzelten Vorkommnissen in dem Finckensteiner und Raudnitzer Forst. Wir würden es dann also mit einem westlich der Grenze der gegenwärtigen zusammenhängenden Verbreitung gelegenen isolierten, wohl reliktartigen Teilareal zu tun haben; Interesse verdient in diesem Zusammenhang auch noch das von CONWENTZ[4]) mitgeteilte Vorkommen subfossiler Holzreste der Fichte im Schutzbezirk Rehhoff des Forstreviers Stangenwalde, ca. 80 km westlich der jetzigen Westgrenze im Küstengebiet, während gegenwärtig ein ursprüngliches Vorkommen der Fichte westlich der Weichsel nirgends erwiesen worden ist. Übrigens findet auch die Fichtengrenze im nördlichen Polen ihre Fortsetzung, allerdings nicht in der von DENGLER hypothetisch vom südlichen Ostpreußen nach dem südlichen Posen gezogenen Linie, vielmehr biegt, wie aus der Darstellung von PAX[1]) hervorgeht, die Grenze noch vor Erreichung des Narewtales aus ihrem nach Südsüdosten gerichteten Verlauf nach Osten um und setzt sich dann als Südgrenze annähernd parallel der ostpreußisch-polnischen Grenze in östlicher Richtung fort, während unabhängig davon eine im südlichen Teil des Polnischen Flachlandes verlaufende relative Nordgrenze sich an das Vorkommen im südlichen Posen anschließt.

---

[1]) A. DENGLER, Untersuchungen über die natürlichen und künstlichen Verbreitungsgebiete einiger forstlich und pflanzengeographisch wichtiger Holzarten in Nord- und Mitteldeutschland. II. Die Horizontalverbreitung der Fichte (Neudamm 1912), p. 7—18.

[2]) CONWENTZ, Forstbotanisches Merkbuch für die Provinz Westpreußen (Berlin 1900).

[3]) H. PREUSS, Versuch einer pflanzengeographischen Gliederung Westpreußens. in ENGLERs Bot. Jahrb. L, Supplementband (1914), p. 124—140.

[4]) l. c. p. 14.

Die Frage nach den Ursachen des geschilderten Grenzverlaufes kann bezüglich der Buche wohl dahin als geklärt gelten, daß es hier in der Hauptsache die Verkürzung der Vegetationszeit ist, die ein weiteres Vordringen in östlicher und nordöstlicher Richtung hindert. Freilich ist dabei immer daran festzuhalten, daß bei dem komplizierten Zusammenwirken der ökologischen Faktoren es nicht angängig erscheint, einen einzelnen klimatischen Faktor als für den Verlauf der Grenze allein maßgebend zu betrachten; es kann daher auch jene ökologische Erklärung nur als in den allgemeinen Grundzügen zutreffend gelten, keinesfalls aber zur Aufhellung aller Einzelheiten und Unregelmäßigkeiten des Grenzverlaufes dienen, wie sich das für die Rotbuche z. B. auch aus der Tatsache ergibt, daß dieselbe in Ostpreußen auch jenseits der Grenze des natürlichen Vorkommens in künstlich gezogenen Beständen[2]) noch gut gedeiht. Weniger geklärt erscheinen die einschlägigen Verhältnisse bezüglich der Fichte, wenngleich DENGLER auch deren Grenze als eine rein klimatische und zwar als eine Winterwärmegrenze angesehen haben will und daneben auch noch gewisse Beziehungen zur Niederschlagshöhe annimmt. Hiermit würde es in Einklang stehen, wenn PAX darauf hinweist, daß die beiden getrennten polnischen Verbreitungsgebiete der Fichte der hypsometrischen Gliederung Kongreß-Polens und der dadurch bedingten Verteilung der Niederschläge entsprechen; dagegen stellt z. B. das Fehlen der Fichte in dem Höhengelände von Karthaus

---

1) PAX, Pflanzengeographie von Polen (Berlin 1918), p. 67—69.

2) So z. B. an mehreren Orten des Samlandes, während aus der Rominter Heide berichtet wird, daß dort nur verkümmerte Exemplare herangewachsen sind.

eine Erscheinung dar, die mit jenem Erklärungsversuch nicht recht harmoniert, zumal ihr freudiges Gedeihen in den dort angeforsteten Beständen, die schöner entwickelt sind als sonst irgendwo in Westpreußen, deutlich darauf hinweist, daß ihr die klimatischen Bedingungen durchaus zusagen. So scheint es, als ob die von DENGLER mit Entschiedenheit zurückgewiesene Annahme einer unvollständigen Ausbreitung[1]) der Fichte zur Erklärung der Unausgeglichenheit ihres Areals teilweise doch zu Recht bestehen dürfte; im übrigen bin ich, was Westpreußen anbetrifft, zu dem Eindruck gelangt, daß neben den klimatischen oft auch edaphische Faktoren für das Fehlen der Fichte bzw. ihr mangelhaftes Gedeihen in künstlicher Kultur bestimmend sind.

Was nun die eingangs gestellte Frage nach der pflanzengeographischen Bedeutung der beiden Grenzlinien für das Gebiet des nordostdeutschen Flachlandes anbetrifft, so ist dieselbe von verschiedenen Autoren verschieden beantwortet worden, wobei in erster Linie immer die Rotbuchengrenze herangezogen worden ist. ASCHERSON[2]) bezeichnet letztere als die wichtigste Vegetationslinie, als die pflanzengeographische Grenze zwischen Mittel- und Osteuropa; ABROMEIT[3]) dagegen betont, daß kaum eine Baumgrenze, wenn sie auch sehr auffällig ist, eine schärfere Grenzlinie größerer Florenbezirke zu bilden vermöge. Klingt in jener Anschauung noch die ältere Auffassung GRISEBACHs[4]) nach, der in der Buche den vollkommensten Ausdruck für den klimatischen Einfluß des Seeklimas in Europa erblickt und die östliche Buchengrenze vor allen anderen Vegetationslinien für geeignet hält, die beiden Hauptabschnitte der europäischen und der russisch-sibirischen Waldflora naturgemäß zu scheiden, so haben wir hier den Ausdruck der Erkenntnis, daß pflanzengeographische Grenzen nur ausnahmsweise scharfe Scheiden bedeuten zumal in Gebieten, in denen es an scharf ausgeprägten natürlichen Grenzen mangelt. Andererseits führt aber PAX[5]) aus, daß die Buchengrenze Kongreß-Polen mit Entschiedenheit zu Mitteleuropa verweist bzw. dasselbe als eine Übergangszone zwischen diesem und Osteuropa erscheinen läßt;

---

1) Mit Rücksicht darauf, daß die Fichte in postglazialer Zeit schon einmal erheblich weiter verbreitet war als gegenwärtig, würde man vielleicht besser von Wiederausbreitung sprechen.

2) ASCHERSON in Verhandl. Bot. der Prov. Brandenburg, XXXV, (1894), p. LIII.

3) l. c. p. 101.

4) GRISEBACH, Die Vegetation der Erde. 2. Aufl., I. (1884), p. 85—86.

5) l. c. p. 45.

es dürfte daher auch für das nordostdeutsche Flachland eine erneute Prüfung dieser Frage angezeigt erscheinen, wobei aber auch die Fichtengrenze die gleiche Beachtung verdient, zumal die Areale beider Bäume einander nahezu ausschließen. Denn wenn der Buchengrenze bisher vorzugsweise Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, so hat das wohl in erster Linie darin seinen Grund, daß das Fehlen dieses Charakterbaumes der mitteleuropäischen Landschaft im größten Teile Ostpreußens physiognomisch besonders auffiel, wie dies u. a. auch aus ASCHERSONs Schilderung des Landschaftscharakters im Bereiche der samländischen Küste hervorgeht, während andererseits das Fehlen der Fichte im größten Teile des norddeutschen Flachlandes sich deshalb weniger auffällig bemerkbar machte, weil dieser Baum seit geraumer Zeit fast allenthalben durch die Forstkultur in mehr oder weniger ausgedehntem Maße eingeführt worden ist und er außerdem als Charakterbaum der mitteleuropäischen Gebirgswälder zu den bekanntesten Erscheinungen gehörte. Tatsächlich bedeutet aber der Besitz der Fichte für die ostpreußische Flora auch in physiognomischer Hinsicht ein mindestens ebenso wichtiges positives Charakteristikum wie derjenige der Buche für die westpreußischen Küstenbezirke von Neustadt bis Elbing; Waldbilder, wie sie die reinen oder mit Laubhölzern gemischten Fichtenbestände auf den schwereren Bodenarten des mittleren und nördlichen Ostpreußen darbieten und die trotz ihres etwas ernsten und schweren Charakters landschaftlich zu dem Schönsten gehören, was ich aus dem nordostdeutschen Flachlande kenne, sind der westpreußischen Landschaft vollständig fremd. Geringer ist dagegen im allgemeinen die physiognomische Bedeutung der Fichte im Bereiche der südlichen Abdachung des ostpreußischen Landrückens, wo sie sich vornehmlich in feuchteren Lagen der hier durchaus dominierenden Kiefer beimischt.

Nächst dieser physiognomischen Bedeutung der beiden Bäume für das Landschaftsbild des nordostdeutschen Flachlandes ist die Tatsache hervorzuheben, daß die überwiegende Mehrzahl jener Arten, die als besonders auszeichnende Glieder der ostpreußischen Flora gelten können, indem sie innerhalb Deutschlands nur hier vorkommen, sich entweder vollständig innerhalb der Fichtengrenze halten oder doch jedenfalls die Buchengrenze nach Westen hin nicht oder nur unwesentlich überschreiten. Dies gilt z. B. von *Glyceria lithuanica, Carex loliacea, C. tenella, C. globularis, Cerastium silvaticum, Arenaria graminifolia, Geum strictum*[1]), *Agrimonia pilosa*,

---

[1]) Wurde ganz vereinzelt, aber wohl nur verschleppt auch in Westpreußen gefunden.

Lathyrus luteus subsp. *laevigatus*, *Cenolophium Fischeri*, *Chamaedaphne calyculata*, *Gentiana carpathica* var. *sudavica*, *Asperula Aparine*. Hieran schließt sich ferner eine Anzahl von Arten an, die zwar auch außerhalb Ostpreußens, aber doch erst in sehr weiter Entfernung wieder auftreten, wie z. B. *Botrychium virginianum*, *Hydrilla verticillata*, *Sesleria coerulea* var. *uliginosa*, *Carex heleonastes*, *C. magellanica*, *C. vaginata*, *C. capillaris*, *Juncus stygius*, *Salix Lapponum*, *Rubus Chamaemorus*[1], *Conioselinum tataricum*, *Gymnadenia cucullata*[2], *Gymnadenia odoratissima*, *Senecio crispatus*; auch *Carex pilosa* verdient genannt zu werden, die zwar in den Kreisen Braunsberg und Heiligenbeil etwas in das ostpreußische Buchengebiet vordringt und jenseits der Buchengrenze in Westpreußen einige isolierte Standorte besitzt, in der Hauptsache aber doch im nördlichen und mittleren Ostpreußen verbreitet ist, sowie ferner *Trifolium spadiceum* und *Hypericum hirsutum*, die für das nördliche Ostpreußen bezeichnend sind, und *Cirsium rivulare*, dessen Verbreitungsgrenze das südöstliche Ostpreußen schneidet. Wenn auch die genannten Arten verschiedenen Florenelementen angehören und viele derselben auch in Ostpreußen nur als Seltenheiten vorkommen, so stellt doch ihr Verhalten gegenüber der Buchen- und Fichtengrenze, ohne daß etwa eine kausale Verknüpfung mit dieser in Betracht zu kommen brauchte, ein tatsächliches Moment von erheblicher Bedeutung dar, zumal die pflanzengeographischen Beziehungen, die in der Art ihrer Verbreitung in den Nachbargebieten angedeutet sind, für die Charakterisierung der pflanzengeographischen Stellung Ostpreußens wesentlich ins Gewicht fallen.

Als Seitenstück zu den eben betrachteten Verhältnissen stellt sich die Tatsache dar, daß jene Gebiete des südwestlichen Ostpreußens, die in den Bereich der mehr zusammenhängenden Verbreitung der Rotbuche fallen, unzweifelhafte floristische Beziehungen zu den angrenzenden Strichen Westpreußens erkennen lassen, auch wiederum ohne daß eine unmittelbare kausale Verknüpfung mit der Buchengrenze gegeben wäre. So schließen sich die Kreise Braunsberg und Heiligenbeil deutlich an das Elbinger Hochland an, wie dies u. a. in dem gemeinsamen Besitz von *Petasites albus*, *Aconitum variegatum*, *Archangelica officinalis*, *Pleurospermum austriacum*, *Veronica montana* zum Ausdruck kommt. Der nach Süden sich anschließende Kreis Pr. Holland zeigt, wie bereits PREUSS[1]) hervorgehoben hat, eine besonders starke Beeinflussung durch die westpreußische Flora, die sich teilweise auch noch auf den Kreis Mohrungen ausdehnt; *Isopyrum thalictroides, Aconitum variegatum, Pleurospermum austriacum, Veronica montana* seien als einige der am meisten hervortretenden Arten genannt, während das isolierte Vorkommen von *Lysimachia nemorum*, so bedeutungsvoll es an sich auch pflanzengeographisch ist, bei dem Fehlen dieser Art in dem östlich der Weichsel gelegenen Teil Westpreußens für die Feststellung solcher Beziehungen weniger ins Gewicht fällt. Von weiteren in diesen Zusammenhang gehörigen Verbreitungstatsachen sei noch erwähnt, daß *Pulsatilla vernalis* in Ostpreußen nur in den Kreisen Mohrungen und Osterode vorkommt, daß *Cephalanthera longifolia* in den Kreisen Pr. Holland und Osterode ihre einzigen ostpreußischen Standorte besitzt, daß *Luzula nemorosa*, eine Charakterpflanze der Buchenwälder der Elbinger Höhe, in Ostpreußen wohl nur im Klonauer Wald (Kreis Osterode) als urwüchsig gelten kann und daß endlich *Acer Pseudoplatanus*, der im Klonauer und besonders in dem benachbarten Döhlauer Wald sich als Begleitbaum der Buche kräftig entwickelt zeigt, in Ostpreußen als urwüchsiger Waldbaum die Buchengrenze wohl nirgends überschreitet. Dagegen erreicht *Sorbus torminalis*, der ebenfalls zu jenen Holzgewächsen gehört, die in unserem Gebiet eine Nordostgrenze finden, nirgends ostpreußischen Boden. Daß übrigens diese floristischen Beziehungen zwischen den aneinander grenzenden Teilen Ost- und Westpreußens keine ganz einseitigen, sondern wechselseitige sind, geht u. a. daraus hervor, daß die in den Waldschluchten der Kreise Braunsberg und Heiligenbeil nicht seltene, sonst hauptsächlich im nördlicheren Teil Ostpreußens verbreitete *Onoclea Struthiopteris* auch im Kreise Elbing auftritt, daß die im Kreise Mohrungen an mehreren Standorten nachgewiesene *Carex heleonastes* in dem östlichsten Teil des angrenzenden Kreises Rosenberg ihren einzigen westpreußischen Standort besitzt und daß *Stellaria Frieseana* innerhalb Westpreußens nur in dem schon oben erwähnten Forstrevier Schönberg, hier aber mehrfach vorkommt; immerhin erscheinen aber die westlichen Beziehungen bei weitem stärker ausgeprägt als die östlichen, zumal für jene auch noch gewisse Arten in Betracht kommen, deren weiterhin noch in etwas anderem Zusammenhang zu gedenken sein wird.

---

[1] Besitzt einige vorgeschobene Standorte in den Kreisen Braunsberg und Mohrungen und kommt reliktartig auch im nordwestlichen Westpreußen und angrenzenden Pommern vor.

[2] Sonst noch weit vorgeschoben bei Bromberg.

Gegenüber diesen Verhältnissen, die für den ganzen Grenz-

---

1) l. c. p. 128.

strich Ostpreußens vom Kreise Elbing bis zum Kreise Osterode Gültigkeit besitzen, ist es nun sehr bemerkenswert, daß der Südosten Westpreußens, also jenes Gebiet, das von der Buchengrenze zwar nicht vollständig ausgeschlossen wird, in dem dieser Baum aber keine wesentliche Rolle mehr spielt, eine unverkennbare Beeinflussung durch die Flora der Südabdachung des ostpreußischen Landrückens zeigt. *Cytisus ratisbonensis*, *Melittis Melissophyllum* und *Arnica montana* sind die in dieser Hinsicht am meisten hervortretenden Arten, doch kommen auch in anderen Erscheinungen der Strasburger und Löbauer Wälder (z. B. *Pulsatilla patens*. *Laserpitium latifolium*, *Cephalanthera rubra*, *Dracocephalum Ruyschiana* u. a.) solche Gemeinsamkeiten mit der westmasurischen Flora zum Ausdruck, wie solche übrigens auch in dem verhältnismäßig starken Hervortreten mancher Glieder der arktisch-alpinen Genossenschaft (z. B. *Betula humilis*, *Salix depressa*, *Saxifraga Hirculus*, *Pedicularis Sceptrum Carolinum*) angedeutet erscheinen.

Mit der Frage nach der pflanzengeographischen Bedeutung der Buchengrenze ist nun ferner eng verknüpft die andere nach den sogen. Buchenbegleitern, die namentlich von HÖCK in verschiedenen Arbeiten[1]) eingehend behandelt worden ist. Im allgemeinen glaube ich meinem Urteil über die HÖCK'sche Begleitpflanzentheorie dahin Ausdruck geben zu sollen, daß in derselben zwischen Florenelementen im geographischen, formationsbiologischen, florenentwicklungsgeschichtlichen und genetischen Sinne nicht mit genügender Schärfe unterschieden wird, um darauf weit reichende pflanzengeographische Schlüsse basieren zu können; auch war HÖCK in einer gewissen Einseitigkeit zu sehr bemüht, Beziehungen zwischen der Verbreitung der einzelnen Arten der Waldflora mit derjenigen bestimmter Baumarten zu konstruieren, auch wo dies ungezwungen nicht möglich war. Andererseits ist aber bezüglich der Buchenbegleiter zu berücksichtigen, daß WINKLER[2]) bei seinen Studien zu der Auffassung gelangt ist, daß in der Tat gewisse Arten mit der Rotbuche eine echte Genossenschaft bilden; es wird daher angezeigt sein, die einschlägigen Verhältnisse in unserem Gebiet einer etwas näheren Betrachtung zu unterziehen. Dabei

---

1) Vergl. z. B. HÖCK, Laubwaldflora Norddeutschlands (Stuttgart 1898) Brandenburger Buchenbegleiter in Verhandl. Bot. Ver. Brandenburg XXXVI (1894) p. 7—50; Studien über die Verbreitung der Waldpflanzen Brandenburgs VII, ebenda XLIV (1902) p. 106—117.

2) HUB. WINKLER, Pflanzengeographische Studien über die Formation des Buchenwaldes (Diss. Breslau 1901).

ist zunächst hervorzuheben, worauf auch schon DRUDE[1]) nachdrücklich hingewiesen hat, daß die Zusammensetzung der Flora schattiger Laubwälder auch jenseits der Buchengrenze und in weiterem Abstand von dieser keinen tiefgreifenden Wechsel erkennen läßt, daß also viele sogen. Buchenbegleiter HÖCKs nur eine bestimmte Formationsverwandschaft anzeigen, die im Walde über die Vegetationslinie der Buche hinaus sich aufrecht erhält. Wenn es auch eine zu weitgehende Forderung wäre, daß die als typische Begleitpflanzen anzusprechenden Arten eng an das Verbreitungsgebiet der Buche gebunden sein sollten, so geht doch z. B. bei *Anemone Hepatica*, *Ranunculus lanuginosus*, *Circaea intermedia*, *Asperula odorata*, *Phyteuma spicatum* das Gebiet ihrer geschlossenen Verbreitung nach Osten und Nordosten in zu erheblichem Maße über die Buchengrenze hinaus, um hier von Buchenbegleitern sprechen zu können. Etwas anders liegt die Sache dagegen bei jenen Arten, die zwar auch die Buchengrenze überschreiten, jenseits derselben aber überwiegend nur noch in zerstreuten, mehr oder weniger isolierten Standorten vorkommen. Dies trifft z. B. zu für *Veronica montana*, deren wenig zahlreiche ostpreußische Fundorte (nach Süden bis zum Kreis Osterode) größtenteils innerhalb des Buchengebietes gelegen sind, die aber im Kreise Insterburg einen weit vorgeschobenen Standort besitzt; gleichwohl gilt auch von dieser der von ABROMEIT[2]) ausgesprochene Satz, daß es völlig beständige Begleitpflanzen der Laub- und Nadelholzbestände im Gebiet des nordostdeutschen Flachlandes nicht gibt, da sie standörtlich keineswegs immer an die Rotbuche gebunden erscheint, andererseits in manchen Buchenwäldern sowohl Ostpreußens als auch ganz besonders des südlichen Westpreußen links von der Weichsel fehlt. Mit ihr am ehesten vergleichbar erscheint *Melica uniflora*, die zwar jenseits der Buchengrenze eine etwas größere Zahl von Standorten besitzt, aber auch bereits in den Kreisen Labiau und Wehlau die Nordostgrenze ihrer Verbreitung erreicht. Etwas weiter nach Osten dringt *Hordeum silvaticum* vor, das auch noch aus den Kreisen Lötzen, Angerburg und Goldap bekannt ist, während *Dentaria bulbifera* auch noch in den ostbaltischen Provinzen und in Litauen zerstreut sich findet. Alle diese Arten haben in ihrer Verbreitung das gemeinsam, daß sie in Westpreußen vorzugsweise im nordwestlichen Teil (Pommérellischer Höhenzug) verbreitet sind und von

---

1) DRUDE, Mitteilungen über Botanische Reisen in Ostpreußen 1899 und 1903, im Sitzungsber. u. Abhandl. naturwiss. Gesellsch. Isis in Dresden (1903), p. 82—93.

2) l. c. p. 84.

hier, wo sie in der Tat als Begleitpflanzen der Buchenwälder erscheinen, höchstens vereinzelte Vorposten in das Binnenland entsenden, im mittleren Ostpreußen dagegen die Buchengrenze mehr oder weniger erheblich überschreiten, während sie der südlichen Abdachung des ostpreußischen Landrückens fehlen; ähnlich verhält sich z. B. auch noch *Festuca silvatica*, die die Grenze ihrer Verbreitung noch weiter nach Nordosten ausdehnt, und bis zu einem gewissen Grade auch *Campanula latifolia*. Daß diese Arten, denen sich noch manche andere vornehmlich aus dem Kreise der montanen Elemente[1]) unserer Flora anschließen, eine recht bezeichnende Verbreitungsgruppe bilden, ist nicht zu verkennen, die Bezeichnung derselben als „Buchenbegleiter“ erscheint aber aus den dargelegten Gründen wenig passend und zweckmäßig, selbst wenn man die auch von PAX[2]) geteilte Annahme für begründet hält, daß die Verbreitung der Rotbuche ehedem weiter nach Osten reichte. Vielleicht werden die Verbreitungsverhältnisse dieser Arten teilweise auch durch ähnliche klimatische Bedingungen bestimmt wie die der Rotbuche; bemerkenswert ist es jedenfalls, daß sie in unserem Gebiet zum Teil weiter landeinwärts gehen als weiter westlich im Bereich des südbaltischen Küstenbezirkes, daß sie aber das südöstliche Westpreußen und das anschließende Westmasuren meiden, so daß erst im östlichen Masuren in den Kreisen Sensburg, Lötzen und Oletzko in dieser Hinsicht gemeinsame Züge mit der Flora des mittleren und nördlichen Ostpreußen deutlicher in Erscheinung treten. Übrigens stehen den bisher betrachteten sogen. Buchenbegleitern einige andere gegenüber, die merklich hinter der Buchengrenze zurückbleiben. *Sorbus torminalis*, die Elsbeere, die übrigens in Westpreußen keineswegs auch nur überwiegend in Gesellschaft der Rotbuche auftritt, wurde oben schon erwähnt; ferner sind zu nennen *Lysimachia nemorum*, die — abgesehen von ihrem vereinzelten Vorkommen im Kreise Pr.-Holland, wo sie übrigens nicht unter Rotbuchen wächst — nur im nordwestlichen Westpreußen sich findet, also auch in dieser Provinz keineswegs die Verbreitung der Rotbuche vollständig teilt, und *Galium silvaticum*, das nur in den westlichsten Kreisen Westpreußens vorkommt, weiter östlich dagegen (besonders östlich der Weichsel) durch *Galium Schultesii* ersetzt wird, welch letzteres mancherorts

---

1) Die Verbreitungsverhältnisse dieser montanen Elemente innerhalb der Flora des nordostdeutschen Flachlandes werde ich in einer demnächst in den Schriften der Naturf. Gesellsch. Danzig erscheinenden Arbeit ausführlicher behandeln.

2) l. c. p. 45.

auch in Rotbuchenbeständen wächst, zu der Buchengrenze also keine irgendwie gearteten Beziehungen aufweist.

Sehr viel bescheidener als die Zahl der Rotbuchenbegleiter sind ihrer Zahl nach jene Arten, die HÖCK als Begleitpflanzen der Fichte glaubt ansprechen zu können; es sind dies im wesentlichen *Thalictrum aquilegifolium*, das aber die Fichtengrenze nach Westen hin so weit überschreitet, daß an Beziehungen zu diesem Baum, mit dem es übrigens auch formationsbiologisch kaum in Berührung tritt, gar nicht zu denken ist, und *Onoclea Struthiopteris*; das Verbreitungsgebiet der letzteren liegt im nordostdeutschen Flachlande allerdings fast ganz innerhalb der Fichtengrenze, wenngleich sie auf der linken Seite der Weichsel vereinzelt auch noch in den Kreisen Karthaus und Neustadt sowie in Hinterpommern vorkommt, doch sind die standörtlichen Beziehungen zur Fichte nicht besonders ausgeprägt, da sie als Pflanze feuchter Waldschluchten vielfach unter Erlen wächst. Immerhin sind in der Verbreitung dieser Art wenigstens die gleichen pflanzengeographischen Beziehungen zu den nordöstlich angrenzenden Gebieten angedeutet, wie sie die Fichte am deutlichsten zum Ausdruck bringt. In die gleiche Kategorie von Verbreitungserscheinungen gehört ferner noch *Stellaria Frieseana*, die ebenfalls im Gebiet eine Südwestgrenze erreicht und dabei zwar die DENGLERsche Fichtengrenze etwas überschreitet, aber nicht weiter westlich als bis zu dem westlichsten urwüchsigen Vorkommen der Fichte im Kreise Rosenberg; bei dieser Art sind auch gewisse, wenngleich nicht ausschließliche standörtliche Beziehungen zur Fichte vorhanden und auch der Umstand ist bemerkenswert, daß sie zwar in den masurischen Wäldern nicht vollständig fehlt, aber hier doch erheblich weniger verbreitet ist als in jenen Teilen des mittleren und nördlichen Ostpreußens, deren kennzeichnender Charakterbaum die Fichte ist, und besonders nach Westmasuren hin selten wird.

Insgesamt gewähren die geschilderten Verhältnisse wohl zweifellos die Berechtigung, die Vegetationslinie insbesondere der Buche für das nordostdeutsche Flachland als eine pflanzengeographische Grenze von erheblicher Bedeutung zu bezeichnen. Denn wenn auch, wie schon oben betont wurde, die Verbreitungsgrenze der einzelnen Baumart selbstverständlich keine scharfe Scheidelinie bedeutet, sondern überall allmähliche Übergänge vorhanden sind, so ist doch andererseits, auch ohne daß eine unmittelbare kausale Verknüpfung vorhanden ist, die Koinzidenz der Erscheinungen eine genügend große, um, da ja entsprechend den unstreitig vorhandenen Unterschieden eine Grenze irgendwo gezogen werden muß, die Vegetationslinie der Buche als die für diesen Zweck geeignetste erscheinen zu lassen; daß übrigens diese Koinzidenz keine ganz zufällige ist, sondern wenigstens teilweise auf gemeinsame Ursachen zurückführbar sein dürfte, wurde schon oben angedeutet. Es würde dann also in der Weise, wie es schon bei ENGLER[1]) angedeutet ist, das südwestliche Ostpreußen bis zur Buchengrenze pflanzengeographisch mit den westlichen angrenzenden Gebieten (südbaltischer Bezirk der baltischen Buchenzone) zu vereinigen sein, während der jenseits der Buchengrenze gelegene Teil des mittleren und nördlichen Ostpreußen als ein Übergangsgebiet zwischen diesem Bezirk und dem Ostbaltikum erscheint, wobei dann auch den Verbreitungsverhältnissen der Fichte in angemessener Weise Rechnung getragen ist. ENGLER vereinigt ganz Ostpreußen mit dem Ostbaltikum zu der Unterprovinz der östlichen Ostseeländer seiner sarmatischen Provinz; innerhalb dieser Unterprovinz bildet der angegebene Teil Ostpreußens — mit Ausnahme vielleicht der nordwestlich vom Wilkischker Höhenzuge gelegenen äußersten Nordspitze, auf deren besonders nahe Beziehungen zu Kurland bereits ABROMEIT[2]) hingewiesen hat — einen eigenen Bezirk, von dem aber Masuren wenigstens bis zum Kreise Johannisburg auszuschließen ist. An den westlichen Teil dieses masurischen Bezirkes schließt sich, wie bereits oben bemerkt wurde, auch das südöstliche Westpreußen an; er steht in nahen Beziehungen zu dem nordmasowischen Bezirk, den PAX in seiner letzten Publikation[3]) innerhalb der polnischen Flora ausgesondert hat und der u. a. auch von der relativen Südgrenze der Fichte geschnitten wird.

---

[1]) ENGLER, Übersicht über die Florenreiche und Florengebiete der Erde in Syllabus der Pflanzenfamilien, 7. Auflage (Berlin 1912).

[2]) l. c. p. 99.

[3]) l. c. p. 124.

67. A. Schulz: Lathyrus montanus Bernh. mit verkümmertem Oberblatt.

(Eingegangen am 21. November 1918.)

Vor kurzem übergab mir Herr Prof. Dr. R. KOLKWITZ den gepreßten, ungef. 24 cm langen, oberirdischen Teil eines mißgebildeten Individuums von *Lathyrus montanus*, das am 26. Juli d. J. von der wissenschaftlichen Lehrerin Frl. MARGARETE NEUMANN in Berlin-Steglitz im Schwarzatal bei Schwarzburg (in Thüringen) am Fuße des Ostabhanges des Trippsteins, direkt über dem schmalen Chausseegraben, in Gesellschaft von normalen Individuen dieser Art gefunden worden war. Der vorliegende Teil ist dadurch sehr auffällig, daß seine — 5 — Laubblätter zwar normal große und normal gestaltete Nebenblätter, aber so winzige Oberblätter (Stiele und Spreiten) haben, daß diese von den Nebenblättern ganz verdeckt werden und deshalb leicht übersehen werden können. Der Blattstiel und die Blattspindel sind zusammen bedeutend kürzer als die — halbpfeilförmigen — Nebenblätter; die Fiedern sind auf schmale, behaarte Spitzchen reduziert. Im übrigen ist das Individuum gut entwickelt. Drei von seinen fünf Laubblättern tragen in ihrer Achsel normal ausgebildete Blütenstände; die Blüten der beiden unteren sind z. T. schon verblüht.

Diese Mißbildung von *Lathyrus montanus* scheint noch nicht beschrieben worden zu sein, wenigstens habe ich in den von mir verglichenen Schriften, z. B. in A. MOQUIN-TANDONS Éléments de tératologie végétale[1]), M. T. MASTERS Vegetable teratology[2]), und O. PENZIGS Pflanzen-Teratologie[3]), keine Angabe darüber gefunden. In der Literatur konnte ich auch keine Angabe darüber finden, daß diese Mißbildung schon bei einer anderen Lathyrusart beobachtet worden sei. Wie bekannt, haben bei *Lathyrus Aphaca* L. normal fast alle Laubblätter des Individuums eine verkümmerte, in eine Ranke verwandelte Spreite und große Nebenblätter. Nur an den ersten Laubblättern der Keimpflanze ist die Spreite ausgebildet[1]). Außerdem kommt ziemlich selten eine Form vor, „welche als var. *unifoliolatus* beschrieben worden ist, und in welcher an allen Laubblättern eine kleine lanzettlich-lineare Spreite an Stelle der normalen Ranke steht“[2]). Wenn aber auch nicht bei einer Lathyrusart, so ist das — spontane — Vorkommen von Individuen mit verkümmerter Spreite doch bei einer anderen Art der Vicieen, der Abteilung der Familie der Leguminosen, zu der auch die Gattung *Lathyrus* gehört, nämlich bei *Vicia Faba* L., schon beobachtet und beschrieben worden. Zuerst, wie es scheint, von A. MOQUIN-TANDON[3]): „J'ai observé un *Faba vulgaris* monstrueux dont les stipules avaient pris un accroissement énorme: elles s'étaient changées en limbes foliacés ovalaires, demi-sagittés et légèrement sinueux; en même temps les limbes des feuilles ordinaires avaient disparu complétement[4]).“ Hier war also die Verkümmerung der Blattspreite mit einer erheblichen Vergrößerung der Nebenblätter verknüpft. Wie K. GOEBEL[5]) und M. KRONFELD[6]) gezeigt haben, tritt bei *Vicia Faba* und dem ebenfalls zu den Vicieen gehörenden *Pisum sativum* L. eine relativ sehr bedeutende Vergrößerung der Nebenblätter in dem Falle ein, daß man möglichst frühzeitig die Blattspreite entfernt. K. GOEBEL und M. KRONFELD schließen mit Recht aus ihren Versuchen, daß bei diesen Arten eine Wachstumskorrelation zwischen Blattspreite und Nebenblättern bestehe, und daß auch bei *Lathyrus Aphaca* die Verkümmerung der Blattspreite das Primäre, die Vergrößerung der Nebenblätter aber eine direkte Folge der Verkümmerung der Spreite sei. Es ist deshalb sehr auffällig, daß nicht auch in unserem Falle die Verkümmerung der Spreite (und des Stieles) mit einer Vergrößerung der Nebenblätter verknüpft ist. Frl. M. NEUMANN hat in der Nähe des mißgebildeten Individuums zwei normale Individuen von *Lathyrus montanus* gesammelt. Das eine, dessen Fiederblättchen länglich-oval sind — die größten sind ungefähr 3 cm lang, 1 cm breit —, hat an den entsprechenden Blättern etwas größere Nebenblätter als das mißgebildete Individuum; das andere, dessen Fiederblättchen lanzettlich sind — das größte ist ungefähr 5 cm lang, 1 cm breit — hat kleinere Nebenblätter als das mißgebildete Individuum. An den übrigen mir vorliegenden Individuen von *Lathyrus montanus,* die ich meist der Güte des Herrn Prof. JOS. BORNMÜLLER in Weimar verdanke, sind die Nebenblätter sehr verschieden groß; eine Größenkorrelation zwischen Nebenblatt und Spreite ließ sich bei diesen Individuen nicht nachweisen.

---

[1]) Paris 1841.

[2]) London 1869.

[3]) Bd. 1, Genua 1890.

---

[1] Vgl. hierzu K. GÖBEL, Organographie der Pflanzen, Teil 1 (Jena 1898) S. 109 Fig. 76, S. 180—181.

[2] O. PENZIG, a. a. O. Bd. 1, S. 398.

[3] A. MOQUIN-TANDON, a. a. O. S. 156.

[4] A. MOQUIN-TANDON, a. a. O.

[5] K. GOEBEL, a. a. O. S. 180; Ders., Beiträge zur Morphologie und Physiologie d. Blattes, Bot. Zeitung, 38. Jahrg. (Leipzig 1880) Sp. 753 u. f. (837); Ders., Vergleichende Entwicklungsgeschichte d. Pflanzenorgane, in A. SCHENKS Handbuch d. Botanik, Bd. 3, 1. Hälfte (Breslau 1884) S. 99 u. f. (229).

[6] M. KRONFELD, Über die Beziehungen der Nebenblätter zu ihrem Hauptblatt, Verhandlungen d. K. K. zool.-bot. Gesellschaft in Wien, 37. Bd. (Wien 1887) S. 69—79 (74—77) mit Tafel II.

68. R. Kolkwitz: Plankton und Seston. II.

(Eingegangen am 25. November 1918.)

Die vorliegende Arbeit nimmt Bezug auf meine im Titel gleichlautende Veröffentlichung in XXX. Bande (1912) dieser Berichte, in der ich das Wort Sēston zur Bezeichnung der Gesamtheit aller im Wasser schwebenden Körper, der belebten sowohl wie unbelebten, geprägt hatte. Dadurch war es besser als bisher möglich, das Wort Plankton einheitlich zu definieren, nämlich als natürliche Formation der Schwebewesen.

In der Literatur war bei Benutzung des Wortes Sēston vereinzelt darunter die Summe der in Schwebe befindlichen Körper, aber abzüglich des staubfeinen Detritus und ähnlicher Bestandteile — also entgegen der von mir gegebenen Fassung des Begriffes — verstanden worden. Dem gegenüber benutzt EINAR NAUMANN (1) in einer vor kurzem erschienenen ausführlichen Arbeit über die Nahrung des Zooplanktons das Wort Sēston in seinem durchaus richtigen Umfange, also einschließlich des staubfeinen Detritus.

Dieser letztgenannte Bestandteil spielt nach E. NAUMANN besonders in schwedischen Humusgewässern eine so ausschlaggebende Rolle für die Ernährung von *Bosmina*[1]) — ausnahmsweise selbst bei Anwesenheit mehrerer Exemplare in 1 ccm —, daß dem gegenüber die Ernährung durch Algen, also durch die eigentlichen planktonischen Bestandteile, vollständig zurücktritt. Vereinzelt in den genannten Gewässern vorkommende Algen wie *Gloeocystis, Sphaerocystis, Chlorella, Rhaphidium, Scenedesmus, Selenastrum* u. a. m. passierten unverändert den Darmkanal, eine Erscheinung, die ich auch für *Plumatella* betreffs derselben Gattungen, *Chlamydomonas, Naviculeen* u. a. m. bestätigen kann, sogar mit dem Zusatz, daß manche Exemplare den Darmkanal noch dazu ohne Einbuße ihrer Beweglichkeit passieren. Dabei bleibt freilich unentschieden, ob die Algen beim Durchgang durch den Darm nicht Assimilate und andere Bestandteile exosmotisch abgeben können, wie es bei Flechtenalgen und Zoochlorellen geschieht. Während die oben genannten Algen eine relativ derbe Membran besitzen, ist die Zellhaut bei *Cryptomonas, Euglena* u. a. m. zart und leicht zerstörbar, wodurch diese Organismen als Nahrung geeignet sind, wie auch E. NAUMANN ausdrücklich hervorhebt. Bei den durchsichtigen Rädertieren beobachtete ich in Übereinstimmmung damit oft, daß z. B. *Cryptomonas erosa* und *C. ovata* zwischen den Kauflächen des Magens zersprengt wurden, während die festere Membran von *Chlamydomonas* intakt blieb und durch die Preßbewegungen nur wie ein Gummiball eingebeult wurde. Während *Cryptomonas* in nährstoffarmen Urgebirgsgewässern Schwedens kein überwiegender Bestandteil des Sestons zu sein scheint, tritt dieser Organismus in Deutschland vielfach in größerer Menge auf, besonders in mesosaproben Gewässern, und bildet dadurch ein Glied im Inkarnationsprozeß bei der Aufrechterhaltung des ökologischen Gleichgewichtes durch Tiere, vor allem in relativ stark besiedelten Gewässern, in denen sonst zu Zeiten wahrscheinlich ein übermäßiger Zuwachs von Algen stattfinden würde.

---

[1]) Neben dieser kommen noch andere pelagische Cladoceren in Betracht, die nach E. NAUMANN alle als wahllos filtrierende, überhaupt nicht kauende Organismen zu bezeichnen sind.

Nach meinen eigenen Untersuchungen (1) fanden sich vielfach 200 bis 2500 Individuen von *Cryptomonas* in 1 ccm und zwar in etwa 30 % der verschiedensten zur Untersuchung gelangten Gewässer. Am 7. November 1909 fanden sich im Nikolassee bei Berlin ca. 1800 Exemplare von *Cryptomonas erosa* in 1 ccm Wasser, während das Netzplankton der Hauptmasse nach aus *Bosmina, Cyclops, Pediastrum* und *Arcella* in nicht zu großer Menge bestand.

M. ROSENTHAL (1) fand *Cryptomonas erosa* und *ovata* in der Spree bei Charlottenburg, die dort β-mesosaproben Charakter trägt, fast das ganze Jahr hindurch in 1 bis 150 Exemplaren pro 1 ccm Wasser, außerdem 21—1200 farblose Zooflagellaten, deren Zartheit schon daraus hervorgeht, daß sie zum größeren Teil platzen, wenn man die Proben zentrifugiert.

Cryptomonas, die von A. PASCHER in seiner Süßwasserflora als eine ungemein verbreitete, ubiquistische Gattung bezeichnet wird, gelangt besonders in mesosaproben Gewässern durch günstige Ernährung zu üppiger Entwicklung (wobei ca. 1000 Exemplare im ccm schon trübende Verfärbung des Wassers, also beginnende Wasserblüte hervorrufen), wird aber durch die Freßtätigkeit der Tiere vielfach daran gehindert, die Gewässer zu übervölkern. An solchen Stellen wird man keine Beweise für die Richtigkeit der PÜTTER'schen Theorie suchen dürfen, da genügende feste und wirklich verdaubare Nahrung vorhanden ist.

Unter den Bakterien kommt in fruchtbareren Gewässern ebenfalls eine Regulierung der Massenproduktion durch die Einwirkung der Tierwelt zur Geltung. So wird *Chromatium okeni* in manchen verkrauteten Teichen mit einem mäßigen Gehalt an Schwefelwasserstoff durch *Hydatina senta* in solchen Mengen gefressen, daß sich das Innere des Tieres mit einem deutlich gefärbten roten Saft füllt.

Daphnia pulex vermag bei Anwesenheit von größeren Mengen ein durch Bakterien (z. B *Bacterium coli*) und Bakterienklümpchen künstlich getrübtes Wasser in weniger als 24 Stunden zu klären (2, S. 177), wobei freilich noch tausende von Stäbchen im ccm Wasser zurückbleiben können. Diese ausgiebige (aber ganz wahllose) Filtrationstechnik der pelagischen Cladoceren läßt sich nach E. NAUMANN auch sehr schön an Kulturen zeigen, denen feinste Suspensionen von Karmin zugesetzt sind.

In vielen reinen Seen und Meeren dagegen (vergl. diese Berichte 1911, S. 396—398 und 1912, S. 208—210) tritt, wie in zahlreichen anderen Gewässern, das nahrunggebende pflanzliche Plankton stark zurück, ohne daß gleichzeitig der staubfeine Detritus eine entsprechende Mengenverminderung erfährt. Für solche Fälle greifen wieder die erwähnten, durch die neueren Forschungen von EINAR NAUMANN über die unbelebten Sestonbestandteile gewonnenen Betrachtungen in erster Linie Platz, sodaß dann der Faktor der Inkarnation bei Planktonten nicht mehr als wesentlich regulierender Prozeß in Frage kommt. Hoffentlich führt die Vertiefung dieses wichtigen Problems durch die von E. NAUMANN gewiesenen Wege zur Lösung weiterer grundlegender Fragen betreffend den Stoffhaushalt der verschiedenen Kategorien von Gewässern.

Literatur.

EINAR NAUMANN (1). Über die natürliche Nahrung des limnischen Zooplanktons. Ein Beitrag zur Kenntnis des Stoffhaushalts im Süßwasser. — Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2, 1918, Bd. 14, Nr. 31.

M. ROSENTHAL (1). Das Kammerplankton der Spree bei Berlin. — Internat. Revue d. ges. Hydrobiologie u. Hydrographie, 1914, Biol. Suppl. z. VI. Bd.

R. KOLKWITZ (1). Die Beziehungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer. — Mitt. a. d. Kgl. Prüf.-Anst. f. Wasserversorgung u. Abw.-Beseitigung, 1911, Heft 14.

Derselbe (2). Pflanzenphysiologie, Jena 1914.

---

69. A. Ursprung u. G. Blum: Zur Kenntnis der Saugkraft II.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 27. November 1918.)

2. *Hedera Helix.*

Zur Messung der Saugkraft bedienten wir uns der in einer früheren Arbeit[1]) angegebenen Methode II, die in einer folgenden Mitteilung[2]) eingehender beschrieben wurde. Auf Grund der seitherigen Erfahrungen wurden noch folgende Verbesserungen angebracht. Der Flüssigkeitswechsel geschah nie unter Deckglas, sondern stets durch Übertragen in mit der betr. Flüssigkeit (Rohrzucker) gefüllte, mit Glasstöpsel verschließbare Gläschen. Für jedes Gewebe wurde besonders bestimmt, wie lange die Schnitte bis zur Volumkonstanz in der Zuckerlösung zu verbleiben hatten (meist 1 Stde.). Während wir früher die Volumänderung der Zelle aus der Änderung des Zellumfanges beurteilten, bedienten wir uns jetzt der genaueren und zuverlässigeren Flächenänderung; die Flächenmessung erfolgte mit einem Kugelrollplanimeter von CORADI. Die Dickenmessung der Epidermiszellen unterblieb[3]).

---

[1]) URSPRUNG u. BLUM, Zur Methode der Saugkraftmessung. Diese Berichte 1916 p. 525.

[2]) URSPRUNG u. BLUM, Zur Kenntnis der Saugkraft. Diese Berichte 1916 p. 539.

[3]) Schon früher (Zur Kenntnis der Saugkraft 1916 p. 541) wiesen wir darauf hin, daß es uns nicht immer gelang, die Dicke befriedigend zu messen. — Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei zu unsern, die Methode betreffenden Ausführungen (Zur Methode d. Saugkftmessg. 1916 p. 530) folgendes hinzugefügt: Unsere Angabe, wonach die wirkliche Zelldicke gefunden wird, indem man die direkt gemessene mit dem Brechungsindex der Beobachtungs-

Alle Messungen wurden, wo nichts anderes bemerkt ist, an demselben Topfexemplar von *Hedera* vorgenommen, das seit Monaten neben dem Arbeitstisch hinter einem Nordfenster stand und täglich gleichmäßig begossen wurde. Die zur Untersuchung dienenden Blätter waren, wenn eine gegenteilige Angabe fehlt, stets ausgewachsen. Wir haben die Blätter der Versuchspflanze nummeriert und in den Tabellen Blattnummer und Datum der Messung angegeben; das war nötig, weil natürlich nicht alle Messungen zu derselben Zeit und an demselben Blatt vorgenommen werden konnten und weil zeitliche und individuelle Schwankungen vorkommen.

Die Resultate wurden, um Raum zu sparen, in möglichst gekürzter Form angegeben. So haben wir die Flächenmessungen überhaupt nicht angeführt und von der Saugkraft nur den Endwert oder benachbarte Grenzwerte angegeben. An 2 Beispielen soll gezeigt werden, wie groß die Zahl der nicht mitgeteilten Messungen ist und welche Zuverlässigkeit unseren Zahlenwerten zukommt. Findet sich in den folgenden Tabellen unter „Saugkraft in Mol Rohrzucker“ die Angabe = 0,40, so stellt dies das Endresultat z. B. folgender Messungsreihe dar; > 0,34; > 0,38; = 0,40; < 0,42; < 0,46. Es wurden also Schnitte zuerst in die Lösungen 0,34 und 0,46 Mol gebracht, dann neue Schnitte in die Lösungen 0,38 und 0,42 Mol, bis schließlich durch Einengen der Endwert 0,40 Mol gefunden war. Findet sich in den Tabellen eine Angabe > 0,40; < 0,42, so lautete die ganze Messungsreihe z. B.: > 0,36; > 0,40; < 0,42; < 0,44; < 0,48. Da die Messungen mühsam und zeitraubend sind, begnügten wir uns mit benachbarten Grenzwerten, wenn sie nicht weiter auseinander lagen als etwa 0,40 und 0,42. Es war dies um so eher erlaubt, als aus der Volumänderung ersehen werden konnte, ob der Endwert in der Mitte zwischen 0,40 und 0,42 oder näher der unteren oder oberen Grenze liegt. Einzelmessungen fanden Aufnahme, wenn sich der Endwert mit ausreichender Sicherheit aus der Volumänderung berechnen ließ. Die Angaben in Mol Rohrzucker entsprechen

---

flüssigkeit multipliziert, gilt natürlich nur dann, wenn die beiden Meßpunkte durch die Beobachtungsflüssigkeit getrennt sind. Die beiden Meßpunkte müssen so am Rande des Schnittes liegen, daß sie diese Bedingung erfüllen und außerdem die Änderung der Zelldicke möglichst genau mitmachen. Liegen dagegen die Messpunkte innerhalb des Zellumfanges, so daß sie durch den Zellinhalt getrennt sind, so ist die gemessene Dicke mit dem Brechungsindex der Zelle zu multiplizieren. Dieser Brechungsindex hängt insofern von der Beobachtungsflüssigkeit ab, als die letztere an die Zelle Wasser abgibt oder ihr solches entzieht. Bei allen späteren Messungen wurden Randzellen vermieden.

genau der Beobachtung. Hieraus wurde dann — unter Berücksichtigung der Volumenänderung — mit Hilfe der früher[1]) mitgeteilten Tabelle die Saugkraft in Atmosphären ausgerechnet.

Wir beginnen mit der

Epidermis der Blattspreite.

Die Bezeichnung Hauptnerv I, II, III ist aus Fig. a ersichtlich.

Tab. 1.

Ob. Epidermis	Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
			Mol Rohrz.	Atm.
Blattbasis, Rand v. Hauptnerv I	3	9. II. 17 a. m.	= 0,26	6,98
do.	3	do. p m.	< 0,28	7,3
do.	3	do. p. m.	< 0,30	7,3
Blattmitte, Mitte zw. Hauptnerv I u. Rand, nervenfreie Stelle	3	6. II. 17 a. m.	> 0,28; < 0,30	7,8
Blattmitte, Mitte zw. Hauptnerv I u Rand, über S-Nerv 2. Ordng.	37	19. IV. 18 p. m.	= 0,28	7,6
do.	37	do.	< 0,30	7,8
do.	37	do.	= 0,28	7,6
do.	37	do.	< 0,30	7,8
Blattmitte, Mitte zw. Hauptnerv I u. Rand, nervenfreie Stelle	37	do.	> 0,28; < 0,30	7,8
do.	37	22. IV. 18 a. m.	= 0,28	7,6
do.	37	do.	< 0,30	7,8
do.	37	23. IV. 18 a. m.	= 0,28	7,6
do.	37	do.	= 0,30	8,1
Blattmitte, neben Hauptnerv I, nervenfreie Stelle	7	11. VII. 17. p. m.	> 0,30	8,4
do.	7	do.	< 0,34	8,4
Blattmitte, Mitte zw. Hauptnerv I u. Rand, nervenfreie Stelle	6	5. III. 17 p. m.	> 0,28: < 0,30	7,8
Junges Blatt, Blattmitte, Mitte zw. Hauptnerv I und Rand, nervenfreie Stelle	4	27. II. 17 a. m.	> 0,28; < 0,30	7,8
do.	4	do.	= 0,30	8,1
do.	5	2. III. 17 p. m.	> 0,28	7,8
do.	5	do.	= 0,30	8,1
Blattmitte, Mitte zw. Hauptnerv I u. Rand, nervenfreie Stelle	anderer Stock	6. XII 16 a. m.	0,32	8,4
do.		do.	< 0,34	8,4
do.		do.	= 0,30	8,1
do		14. XII. 16 a. m.	> 0,28; < 0,30	8,1
do.		do.	< 0,32	8,1
Junges Blatt, Blattmitte, Mitte v. Hauptnerv I	38	24. IV. 18 p. m.	< 0,32	8,4
do.	38	do.	= 0,30	8,1
do., Rand v. Hauptnerv I . . .	38	do.	< 0,32	8,4
do.	38	do.	> 0,30	8,4
do.	38	do.	= 0,28	7,6
do., nervenfreie Stelle	38	do.	> 0,28	8,1
do.	38	do.	= 0,30	8,1
do.	38	do.	= 0,32	8,7

---

1) URSPRUNG u. BLUM, Zur Methode der Saugkraftmessung. Diese Berichte 1916 p. 533.

Unt. Epidermis	Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
			Mol Rohrz.	Atm.
Blattbasis, Mitte v. Hauptnerv I	37	20. IV. 18 a. m.	> 0,28	8,1
do.	37	do.	= 0,26	6,98
do.	37	do.	= 0,30	8,1
Blattbasis, Rand v. Hauptnerv I	37	do.	> 0,26	7,6
do.	37	do.	> 0,28	7,8
do.	37	do.	= 0,29	7,8
do.	37	22. IV. 18 p. m	> 0,26; < 0,28	7,3
Junges Blatt, nervenfreie Stelle	38	1. V. 18 a. m.	> 0,26	7,8
do.	38	do.	> 0,28; < 0,30	7,8
Blattbasis, Rand v. Hauptnerv I	3	12. II. 17 p. m.	< 0,26	6,4
do.	3	13. II. 17 p. m.	< 0,28	6,7
do.	3	do.	< 0,26	6,7
do.	3	do.	= 0,24	6,4
Blattmitte, Mitte zw. Hauptnerv I u. Rand, nervenfreie Stelle	3	7. II. 17 a m.	> 0,26; < 0,28	7,3
Blattmitte, neben Hauptnerv I, nervenfreie Stelle	7	11. VII. 17 p. m.	< 0,32	8,1
do.	7	do.	< 0,30	7,8
do.	7	do.	= 0,29	7,8
Blattmitte, Mitte zw. Hauptnerv I u. Rand, nervenfreie Stelle	6	6. III. 17. a. m.	> 0,28	8,1
do.	6	do.	= 0,30	8,1
Blattspitze, nicht unter Nerv .	36	19. XII. 17 a. m.	> 0,30; < 0,32	8,4
do., unter S.-Nerv 2. Ordng.	36	do.	< 0,28	6,98
do.	36	do.	= 0,26	6,98
Blattspitze, nervenfreie Stelle .	36	18. XII. 17. a. m.	< 0,28	7,1
do.	36	do.	= 0,26	7,1
Blattmitte, unter S.-Nerv 2. Ordg.	36	20. XII. 17 p. m	> 0,22	6,4
do.	36	do.	> 0,24	6,7
do.	36	do.	< 0,28	7,3
do.	36	do.	> 0,24	6,98
do.	36	do.	= 0,26	6,98
Blattmitte, unter S.-Nerv 1. Ordng., Nervmitte	36	21. XII. 17 a. m.	> 0,22	6,4
do.	36	do.	> 0,24; < 0,26	6,7
do., Nervrand	36	do.	< 0,24	5,6
do.	36	do.	> 0,20; < 0,22	5,6
Junges Blatt, Blattmitte, Mitte zw. Hauptnerv I und Rand, nervenfreie Stelle	4	1. III. 17 a. m.	> 0,26; = 0,28	7,6
do.	5	do.	> 0,28; < 0,32	7,8
do.		do.	= 0,30	8,1
Blattmitte, Mitte zw. Hauptnerv I u. Rand, nervenfreie Stelle	anderer Stock	5. XII. 16 a. m.	> 0,28; < 0,30	7,8
do.		13. XII. 16 a. m.	< 0,32; < 0,30	7,8
do		do.	= 0,29	7,8

Nach Tab. I schwanken die in der oberen Epidermis gemessenen Saugkräfte zwischen 7 u. 8,7 Atm., Mittel = 8 Atm.; in der unteren Epidermis zwischen 5.6 und 8,4 Atm., Mittel = 7,3 Atm. Die untere Epidermis besitzt somit im Durchschnitt eine etwas geringere Saugkraft als die obere; ähnliches hatten wir früher auch bei den Buchenblättern gefunden. An demselben Blatt sind die Schwankungen in einer bestimmten Epidermis, besonders in der oberen, auffallend gering im Vergleich mit dem angrenzenden chlorophyllführenden Gewebe. Eine Gesetzmäßigkeit in der Verteilung der Saugkraft an verschiedenen Stellen einer Epidermis kann aus Tab. I nicht mit Sicherheit erschlossen werden. Es scheint wohl mit der Entfernung von der Blattbasis und von einem Gefäßbündel die Saugkraft zuzunehmen, doch wurden auch in nah benachbarten Zellen fast ebenso starke Differenzen konstatiert.

Palisaden.

Die untersuchten Blätter besaßen gewöhnlich 3 (ausnahmsweise 4) übereinander liegende Palisadenschichten; gegen den Rand nahm die Schichtenzahl vielfach auf 2, gegen die Blattspitze auf 1 ab. Wir maßen die Saugkraft der obersten Schicht in verschiedener Entfernung von einem Nerv und ferner die Saugkraft der

Tab. II.

Oberste Palisadenschicht	Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
			Mol Rohrz.	Atm.
Hauptnerv I				
Zelle 1	8	21. VII. 17 a. m.	= 0,38	10,5
„ 1	9	do. p. m.	> 0,36	10,5
„ 2	8	21. VII. 17 a. m.	= 0,36	9,9
„ 2	9	do. p. m.	< 0,38	9,9
„ 3	8	do. a. m.	= 0,36	9,9
„ 3	9	do. p. m.	< 0,44	9,9
„ 4	9	do. p. m.	> 0,38	11,7
„ 4	8	do. a. m.	< 0,44	11,4
„ 8	8	23. VII. 17 a. m.	> 0,42	12,1
„ 9	8	do.	= 0,42	11,7
„ 9	8	do.	< 0,44	11,7
„ 10	8	do.	> 0,44	12,7
„ 13	8	do.	= 0,44	12,4
„ 14	8	do.	> 0,44	13,0
„ 14	8	do.	= 0,46	13,0
„ 15	8	do.	= 0,46	13,0
„ 16	8	do. a. m.	> 0,46	13,3
„ 16	9	do. p. m.	< 0,48	13,0
„ 17	9	do.	> 0,46	13,7
„ 18	9	do.	> 0,46	13,8
„ 20	9	do.	= 0,50	14,3
„ 21	9	do.	> 0,50	14,96
„ 21	9	do.	< 0,52	14,6
„ 22	9	do.	= 0,50	14,8
„ 23	9	do.	> 0,50	14,96
„ 26	9	do.	> 0,52	15,3
„ 27	9	do.	= 0,52	14,96
„ 28	9	do.	< 0,54	15,3
„ 34	9	do.	= 0,54	15,6
„ 35	9	do.	> 0,54	16,4

Die Distanz von Zelle 1 bis 35 beträgt ca. 1 mm.

verschiedenen Schichten in derselben Entfernung vom Nerv. Um die Entfernung vom Nerv leicht und sicher beurteilen zu können, sind die Palisaden der obersten Schicht nummeriert; die dem Nerv zunächst liegende Zelle ist mit 1 bezeichnet.

Tab. II gibt die Saugkräfte einer Palisadenreihe (oberste Schicht), die in der Blattmitte vom Hauptnerv I in eine möglichst gefäßbündelfreie Partie der Spreite führt. (Fig. a, a b).

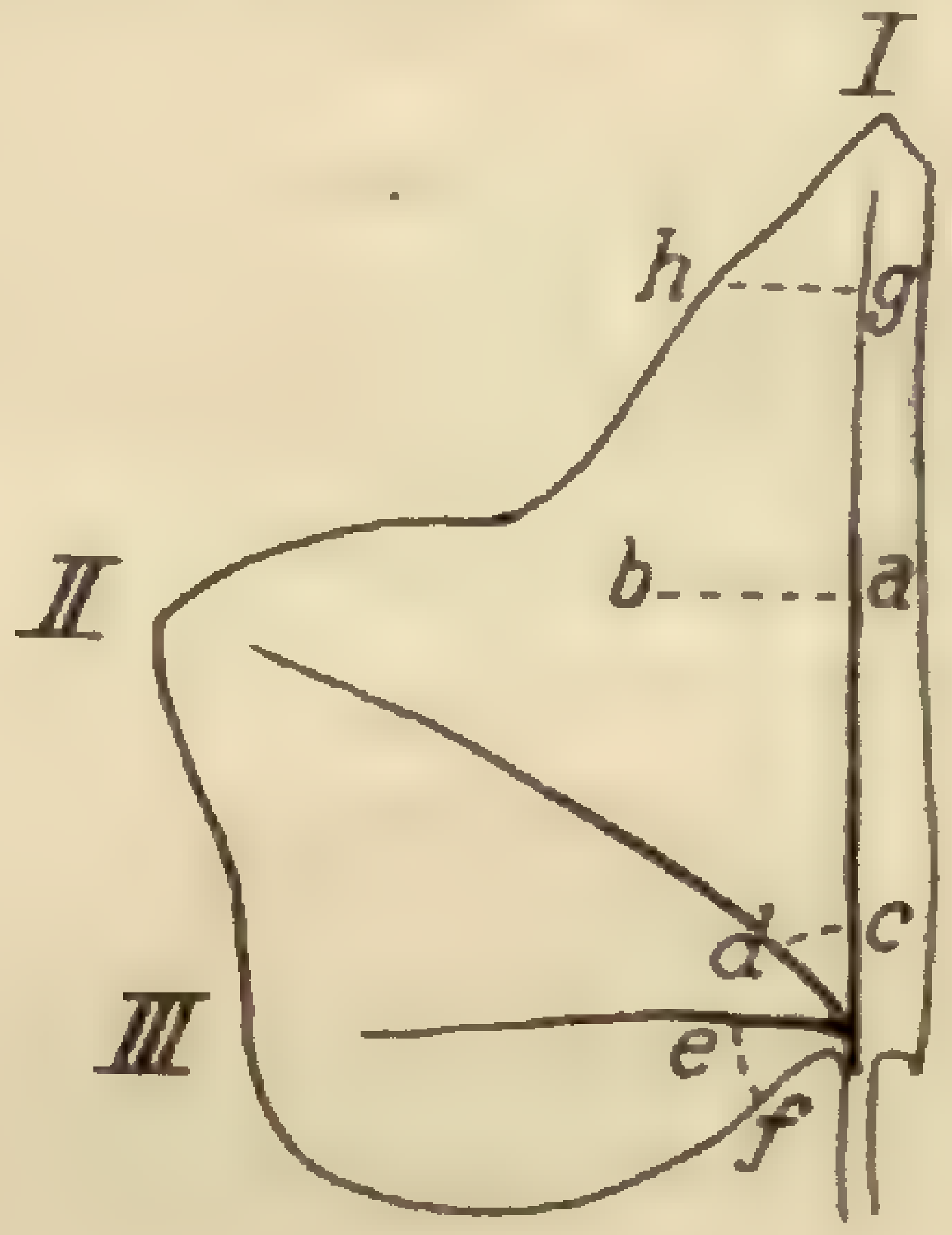


Abb. a.

Tab. III gibt die Saugkräfte in einer Palisadenreihe (oberste Schicht) zw. Hauptnerv I und II, in der Nähe der Blattbasis (Fig. a, c d) „r. Seite“ bedeutet rechte Blatthälfte, „l. Seite = linke Blatthälfte.

Tab. III.

Oberste Palisadenschicht	Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
			Mol Rohrz.	Atm.
Hauptnerv I Zelle 1	10 r. Seite	24. VII. 17 a. m.	> 0,36; < 0,38	10,2
„ 2	do.	do.	> 0,36	10,2
„ 2	do.	do.	= 0,38	10,5
„ 3	do.	do.	= 0,36	9,9
„ 5	do.	do.	= 0,38	10,5
„ 7	do.	do.	> 0,40	11,4
„ 8	do.	do.	> 0,40; < 0,42	11,4
„ 9	do.	do.	< 0,42	11,4
„ 11	10 l. Seite	do. p. m.	= 0,44	12,4
„ 13	do.	do.	< 0,44	12,1
„ 19	do.	do.	> 0,46	13,7
„ 20	do.	do.	> 0,46	13,7
„ 20	do.	do.	= 0,48	13,7
„ 21	do.	do.	< 0,48	13,3
„ 22	do.	do.	> 0,46	13,7
„ 22	do.	do.	< 0,48	13,3
„ 24	do.	do.	< 0,46	12,7
„ 25	do.	do.	= 0,48	13,7
„ 26	do.	do.	> 0,48	13,99
„ 30	do.	do.	> 0,48	13,99

Oberste Palisadenschicht	Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
			Mol. Rohrz.	Atm.
Hauptnerv I				
Zelle 30	11 r. Seite	25. VII. 17 a. m.	= 0,50	14,3
„ 31	do.	do.	< 0,50	13,99
„ 41	do.	do.	= 0,52	14,96
„ 43	do.	do.	= 0,52	14,96
„ 44	do.	do.	> 0,52	15,3
„ 45	do.	do.	> 0,52	15,3
„ 49	11 l. Seite	do.	< 0,54	15,3
„ 49	do.	do. p. m.	= 0,53	15,3
„ 50	do.	do. a. m.	< 0,54	15,3
„ 52	do.	do.	< 0,54	15,3
„ 61	do.	do. p. m.	< 0,54	15,3
„ 60	do.	do.	< 0,54	15,3
„ 59	do.	do.	< 0,54	14,96
„ 56	do.	do.	< 0,54	14,96
„ 52	12 r. Seite.	26. VII. 17 a. m.	= 0,55	15,99
„ 51	do.	do.	< 0,56	15,99
„ 49	do.	do.	> 0,54	15,99
„ 49	do.	25. VII. 17 p. m.	< 0,54	15,3
„ 48	do.	26. VII. 17 a. m.	< 0,54	15,3
„ 47	do.	do.	> 0,54	15,99
„ 46	do.	do.	< 0,50	13,99
„ 43	12 l. Seite	26. VII. 17 p. m.	> 0,48	13,99
„ 42	do.	do. a. m.	> 0,48; < 0,50	13,99
„ 42	do.	do. p. m.	< 0,52	14,3
„ 41	do.	do. a. m.	< 0,50	13,99
„ 37	do.	do. p. m.	> 0,48	13,99
„ 36	do.	do.	= 0,48	13,7
„ 35	do.	do.	= 0,48	13,7
„ 32	do.	do.	> 0,44; < 0,46	12,7
„ 1	do.	do.	< 0,46	12,1
„ 30	do.	do.	= 0,44	12,4
„ 27	do.	do.	< 0,44	11,7
„ 26	do.	do.	< 0,46	12,4
„ 24	13 r. Seite	27. VII. 17 a. m.	< 0,42	11,4
„ 23	do.	do.	= 0,42	11,7
„ 22	do.	do a. m.	> 0,38	11,1
„ 22	do.	do. p. m.	= 0,40	11,1
„ 21	13 l. Seite	do.	= 0,38	10,5
„ 21	do	do.	> 0,40	11,4
„ 20	do.	do.	= 0,40	11,1
„ 19	do.	do.	= 0,40	11,1
„ 18	do.	do.	< 0,40	10,5
„ 17	do.	do.	< 0,36	9,6
„ 14	do.	do.	< 0,36	9,3
„ 13	14 r. Seite	28. VII. 17 a. m.	> 0,34	9,9
„ 12	do	do.	> 0,34	10,2
„ 11	do.	do.	> 0,34	9,9
„ 10	do.	do.	= 0,34	9,3
„ 2	do.	do.	< 0,34	9,0
„ 1	do.	do.	> 0,34	9,6
Hauptnerv II				

Tab. IV gibt die Saugkräfte in einer Palisadenreihe (oberste Schicht) zw. Hauptnerv III u. Blattrand, in der Nähe der Blattbasis (e f, Fig. a). Das Zeichen ○ neben dem Atmosphärenwert gibt an, daß sich in der Nähe (unterhalb) der betr. Palisade ein Gefäßbündel befand.

Tab. IV.

Oberste Palisadenschicht	Blatt Nr.	Datum	Saugkraft Mol Rohrz.	 Atm.
Hauptnerv III				
Zelle 1	15. r. Seite	30. VII. 17. a. m.	> 0,34	9,6
„ 2	do.	do.	< 0,34	9,0
„ 3	do.	do.	< 0,34	9,0
„ 4	do.	do.	< 0,34	8,7
„ 6	do.	do.	> 0,34	9,6
„ 9	15. l. Seite	do.	> 0,36	10,2
„ 10	do.	do.	< 0,36	9,6
„ 11	do.	do.	> 0,36	10,2
„ 11	16. r. Seite	31. VII. 17. a. m.	= 0,36	9,9
„ 14	do.	do.	> 0,36	10,2
„ 14	do.	do.	> 0,38	10,8
„ 15	do.	do.	> 0,38	10,8
„ 15	do.	do.	> 0,38	10,8
„ 16	do.	do.	> 0,36	10,2
„ 16	16. l. Seite	do. p. m.	= 0,38	10,5
„ 17	do.	do.	< 0,38	10,2 ○
„ 17	do.	do.	> 0,40	11,4
„ 17	do.	do.	> 0,42	12,1
„ 18	do.	do.	= 0,40	11,1
„ 18	do.	do.	< 0,42	11,4
„ 19	do.	do.	> 0,40	11,4
„ 20	do.	do.	> 0,40	11,7
„ 21	do.	do.	> 0,40	11,7
„ 21	do.	do.	= 0,42	11,7
„ 22	do.	do.	> 0,40	11,4
„ 22	do.	do.	= 0,42	11,7
„ 25	do.	do.	< 0,42	11,4
„ 26	do.	do.	= 0,42	11,7
„ 25	17. r. Seite	1. VIII. 17. a. m.	< 0,44	12,1
„ 26	do.	do.	= 0,44	12,4
„ 29	do.	do.	< 0,44	12,1
„ 31	do.	do.	> 0,44	12,7
„ 31	17. l. Seite	do.	> 0,46	13,3
„ 32	do.	do.	> 0,46	13,3
„ 33	do.	do.	= 0,46	13,0
„ 40	do.	do.	> 0,46	13,3
„ 41	do.	do.	> 0,46	13,3
„ 43	do.	do.	< 0,46	12,7 ○

Oberste Palisadenschicht	Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
			Mol Rohrz.	Atm.
Hauptnerv III				
Zelle 47	18. r. Seite	2. VIII. 17. a. m.	= 0,48	13,7
„ 47	do.	do.	> 0,46	13,3
„ 48	do.	do.	> 0,44	13,0
„ 48	do.	do.	< 0,46	12,7 ○
„ 49	do.	do.	> 0,44	13,0 ○
„ 50	do.	do.	= 0,46	13,0
„ 50	do.	do.	< 0,48	13,3
„ 51	18. r. Seite	do.	< 0,48	13,3
„ 55	do.	do.	= 0,46	13,0 ○
„ 56	do.	do.	= 0,48	13,7
„ 57	do.	do.	= 0,47	13,3
„ 58	do.	do.	> 0,44	13,3 ○
„ 58	19. r. Seite	3. VIII. 17. a. m.	= 0,46	13,0 ○
„ 60	do.	do.	> 0,46	13,7
„ 61	19. l. Seite	do.	= 0,46	13,0
„ 62	do	do.	> 0,46	13,3
„ 64	do.	do.	= 0,46	13,0
„ 65	do.	do.	> 0,46	13,7
„ 67	do.	do.	= 0,46	13,0
„ 69	do.	do.	< 0,46	12,7 ○
„ 76	do.	do.	> 0,46	13,99
„ 76	19. r. Seite	do.	= 0,48	13,7
„ 76	do.	do.	= 0,48	13,7
„ 77	do.	do.	= 0,46	13,0 ⊙
„ 77	19. l. Seite	do.	> 0,46	13,3
„ 78	do.	do.	= 0,46	13,0
„ 79	do.	do.	= 0,46	13,0
„ 81	do.	do.	> 0,46	13,3
„ 82	do.	do,	= 0,46	13,0
„ 86	do.	do.	< 0,46	12,1 ○○
„ 87	do.	do.	< 0,46	12,1 ○○
„ 112	20. r. Seite	6. VIII. 17. a. m.	< 0,46	12,4 ○
„ 113	do.	do.	< 0,46	12,7 ○
„ 114	do.	do.	= 0,44	12,4 ○
„ 114	do.	do.	< 0,46	12,4 ○
„ 116	do.	do.	= 0,44	12,4
„ 116	do.	do.	< 0,46	12,7
„ 118	do.	do.	= 0,44	12,4 ⊙
„ 120	do.	do.	< 0,46	12,4 ○
„ 121	do.	do.	= 0,46	13,0
„ 122	do.	do.	< 0,46	12,1 ○
„ 124	do.	do.	< 0,48	13,0
„ 126	do.	do.	> 0,46	13.3
„ 126	do.	do.	< 0,48	13,3
„ 127	do.	do.	< 0,48	13,0
„ 129	do.	do.	< 0,48	13,0
„ 131	do.	do.	= 0,48	13,7
Blattrand				

Tab. V gibt die Saugkräfte in einer Palisadenreihe (oberste Schicht) zw. Hauptnerv I und Blattrand, in der Nähe der Blattspitze (Fig. a, g h). Das Zeichen ○ neben dem Atmosphärenwert gibt an, daß sich in der Nähe (unterhalb) der betr. Palisade ein Gefäßbündel befand.

Tab. V.

Oberste Palisadenschicht	Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
			Mol Rohrz.	Atm.
Hauptnerv I				
Zelle 1	21. r. Seite	17. IX. 17. p. m.	< 0,36	9,6
„ 1	do.	do.	< 0,38	9,9
„ 2	do.	do.	> 0,36; < 0,38	10,2
„ 3	do.	do.	= 0,36	9,9
„ 4	do.	do.	< 0,38	9,9
„ 5	do.	do.	> 0,38	10,8
„ 5	do.	do.	> 0,40	11,4
„ 7	do.	do.	> 0,38	10,8
„ 9	21. l. Seite	18. IX. 17. p. m.	= 0,40	11,1
„ 11	do.	do.	> 0,40	11,4
„ 11	do.	do.	> 0,42	12,1
„ 12	do.	do.	> 0,40	11,7
„ 12	do.	do.	= 0,42	11,7
„ 14	do.	do.	> 0,42	12,1
„ 15	do.	do.	> 0,42; < 0,44	12,1
„ 16	do.	do.	< 0,44	12,1
„ 17	do.	do.	> 0,42	12,1
„ 18	do.	do.	= 0,42	11,7
„ 18	do.	do.	< 0,44	12,1
„ 19	do.	do.	= 0,42	11,7
„ 20	do.	do.	> 0,42	12,1
„ 23	22. r. Seite	19. IX. 17. a. m.	< 0,42	11,4 ○
„ 23	do.	do.	= 0,44	12,4
„ 24	do.	do.	> 0,42; < 0,44	12,1
„ 25	do.	do.	< 0,44	12,1
„ 26	do.	do.	= 0,42	11,7
„ 27	do.	do.	= 0,42	11,7
„ 27	do.	do.	< 0,44	11,7
„ 28	do.	do.	> 0,44	12,7
„ 29	do.	do.	= 0,44	12,4
„ 29	22. l. Seite	19. IX. 17. p. m.	> 0,44	12,7
„ 30	do.	do.	> 0,44	12,7
„ 31	do.	do.	> 0,44	13,0
„ 31	do.	do.	< 0,46	12,4
„ 32	do.	do.	= 0,46	13,0
„ 34	do.	do.	> 0,46; < 0,48	13,3
„ 35	do.	do.	> 0,46; < 0,48	13,3
„ 36	do.	do.	> 0,46; < 0,48	13,3
„ 37	do.	do.	< 0,48	13,3
„ 38	do.	do.	> 0,44	12,7 ○
„ 39	do.	do.	> 0,44	13,0
„ 39	do.	do.	= 0,44	12,4 ○
„ 39	do.	do.	< 0,46	12,7 ○
„ 40	do.	do.	= 0,46	13,0

Oberste Palisadenschicht	Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
			Mol Rohrz.	Atm.
Hauptnerv I				
Zelle 41	22. l. Seite	19, IX. 17. p. m.	> 0,44	13,0
„ 42	do.	do.	> 0,44	13,0
„ 43	do.	do.	> 0,44	12,7
„ 44	do.	do.	> 0,44	12,7
„ 43	23. r. Seite	20. IX. 17. a. m.	> 0,46	13,3
„ 44	do.	do.	> 0,46	13,7
„ 45	do.	do.	> 0,46	13,3
„ 47	do. l. Seite	do. p. m.	< 0,48	13,0
„ 48	do.	do.	< 0,48	13,0
„ 49	do. r. Seite	do. a. m.	= 0,44	12,4 ○
„ 50	do.	do.	> 0,44	12,7 ○
„ 50	do.	do.	< 0,46	12,7 ⊙
„ 51	do.	do.	= 0,44	12,4 ○
„ 51	do.	do.	= 0,46	13,0
„ 52	do.	do.	= 0,44	12,4 ○
„ 52	do.	do.	< 0,46	12,7
„ 53	do.	do.	< 0,44	12,1 ○
„ 54	do.	do.	< 0,44	12,1 ○
„ 55	do.	do.	< 0,44	12,1 ○
„ 54	24. r. Seite	28. IX. 17. a. m.	= 0,48	13,7
„ 54	do.	do.	< 0,50	13,98
„ 55	do.	do.	> 0,48	14,3
„ 55	do.	do.	= 0,50	14,3
„ 56	do.	do.	< 0,48	13,3 ○
„ 59	do. l. Seite	do. p. m.	< 0,48	13,3 ○
„ 60	do.	do.	= 0,46	13,0 ○
„ 60	do.	do.	= 0,48	13,7
„ 62	do. r. Seite	do. a. m.	< 0,48	13,3 ○
„ 64	do. l. Seite	do. p. m.	< 0,48	13,0 ○
„ 66	do. r. Seite	do. a. m.	= 0,50	14,3
„ 67	do.	do.	= 0,52	14,96
„ 68	do.	do.	= 0,50	14,3
„ 68	do. l. Seite	do. p. m.	< 0,52	14,6
„ 69	do. r. Seite	do. a. m.	= 0,50	14,3
„ 70	do. l. Seite	do. p. m.	> 0,52	15,3
„ 71	do.	do.	> 0,52	15,3
„ 72	do.	do.	= 0,46	13,0 ○
„ 73	do.	do.	= 0,46	13,0 ⊙
„ 74	do.	do.	= 0.46	13,0 ○
„ 76	25. r. Seite	29. IX. 17. a. m.	> 0,50	14,6
„ 77	do.	do.	> 0,50	14,6
„ 78	do.	do.	< 0,52	14,3 ○
„ 79	do.	do.	< 0,52	14,6
„ 80	do.	do.	> 0,50	14,96
„ 81	do.	do.	= 0,50	14,3 ⊙
„ 82	do.	do.	> 0,50	14,6 ○
„ 83	do.	do.	> 0,50	14,6
„ 83	do.	do.	> 0,52	15,3
„ 84	do.	do.	= 0,52	14,96
„ 85	do.	do.	> 0,50	14,6
„ 94	do.	do.	< 0,52	14,6
Blattrand				

Tab. VI bringt die Saugkräfte in verschiedenen Palisadenschichten in derselben Entfernung vom Nerv. Die Nummer der obersten Palisade gibt in gewohnter Weise die Entfernung vom Nerv an; so bedeutet 1 die erste Palisade der obersten Schicht; die darunter liegende Palisade der zweiten Schicht bezeichnen wir mit 1′, die angrenzende Palisade der dritten Schicht mit 1″ etc.

Tab. VI.

Übereinander liegende Palisaden		Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
				Mol Rohrz.	Atm.
Blattmitte, Mitte zw. Hauptnerv I und Rand, nervenfreie Stelle	Zelle 19	26	8. X. 17 a. m.	< 0,48	13,3
	„ 19′	„	do.	< 0,48	13,3
	„ 19″	„	do.	= 0,46	13,0
	„ 20	„	do.	> 0,46	13,3
	„ 20′	„	do.	= 0,46	13,0
	„ 20″	„	do.	< 0,46	12,7
	„ 16	„	do.	> 0,44	13,0
	„ 16′	„	do.	= 0,44	12,4
	„ 16″	„	do.	< 0,44	12,1
	„ 64	27	19. X. 17 a. m.	= 0,50	14,3
	„ 64′	„	do.	= 0,50	14,3
	„ 64″	„	do.	< 0,50	13,7
	„ 59	„	do.	> 0,48	14,3
	„ 59′	„	do.	> 0,48	13,98
	„ 59″	„	do.	= 0,48	13,7
	„ 63	„	do.	> 0,46	13,98
	„ 63′	„	do.	> 0,46	13,3
	„ 63″	„	do.	= 0,46	13,0
	„ 84	28	18. X. 17 a. m.	= 0,50	14,3
	„ 84′	„	do.	< 0,50	13,98
	„ 84″	„	do.	< 0,50	13,7
	„ 85″	„	do.	< 0,50	13,7
	„ 83	„	do.	> 0,48	13,98
	„ 83′	„	do.	= 0,48	13,7
	„ 83″	„	do.	< 0,48	13,3
	„ 82″	„	do.	< 0,48	13,15
	„ 79	„	do.	> 0,46	13,3
	„ 79′	„	do.	> 0,46	13,15
	„ 79″	„	do.	< 0,46	12,7
	„ 78″	„	do.	< 0,46	12,7
	„ 94	29	12. X. 17 a. m.	< 0,42	11,1
	„ 94′	„	do.	= 0,42	11,7
	„ 94″	„	do.	> 0,42	12,1
	„ 91	„	do.	> 0,44	12,7
	„ 91′	„	do.	< 0,44	12,1
	„ 91″	„	do.	= 0,44	12,4
üb. S. Nerv 3. Ordg.	„ 1	34	14. XI. 17 a. m.	> 0,32	9,3
	„ 1′	„	do.	> 0,32	9,0

Übereinander liegende Palisaden		Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
				Mol Rohrz.	Atm.
Blattrand, über Seitennerv 2. Ordnung	Zelle 1	32	13. XI. 17 a. m.	= 0,34	9,3
	„ 1'	„	do.	< 0,34	9,0
	„ 1	„	do.	< 0,36	9,3
	„ 1'	„	do.	< 0,34	9,0
	„ 1	„	do.	= 0,34	9,3
	„ 1'	„	do.	< 0,34	9,0
	„ 1	„	do. p. m.	> 0,34	9,6
	„ 1'	„	do.	> 0,34	9,6
	„ 1	„	do.	= 0,36	9,9
	„ 1'	„	do.	< 0,36	9,6
	„ 1	„	do.	< 0,38	9,9
	„ 1'	„	do.	= 0,38	10,5
	„ 1	„	14. XI. 17 a. m.	> 0,36	10,2
	„ 1'	„	do.	= 0,36	9,9
	„ 1	„	do.	= 0,38	10,5
	„ 1'	„	do.	< 0,38	10,2
Blattmitte, über S.-Nerv 2. Ordng.	„ 1	33	do. p. m.	> 0,32	9,3
	„ 1'	„	do.	> 0,32	9,0
	„ 1	„	do.	= 0,34	9,3
	„ 1'	„	do.	< 0,34	9,0
	„ 1	„	do.	< 0,36	9,6
	„ 1'	„	do.	= 0,34	9,3
Blattspitze, über S.-Nerv 2. Ordng.	„ 1	„	19. XI. 17 p. m.	= 0,32	8,7
	„ 1'	„	do.	> 0,32	9,0
	„ 1	„	do.	= 0,34	9,3
	„ 1'	„	do.	= 0,34	9,3
	„ 2	„	do.	> 0,32	9,0
	„ 2'	„	do.	0,32	9,0
	„ 1	„	20. XI. 17 a. m.	0,32	9,3
	„ 1'	„	do.	> 0,32	9,0
	„ 2'	„	do.	= 0,32	8,7
	„ 1	„	do.	= 0,36	9,9
	„ 1'	„	do.	< 0,36	9,3
	„ 2'	„	do.	< 0,36	9,3
Blattspitze, nervenfreie Stelle	„ 62	30	22. X. 17 a. m.	> 0,42	12,4
	„ 62'	„	do.	> 0,42	12,4
	„ 59	„	do.	= 0,46	13,0
	„ 59'	„	do.	< 0,46	12,7
	„ 58	31	23. X. 17 a. m.	< 0,54	15,3
	„ 53'	„	do.	= 0,54	15,6
	„ 57	„	do.	= 0,52	14,96
	„ 57'	„	do.	< 0,52	14,6
	„ 61	„	do.	< 0,52	14,6
	„ 61'	„	do.	= 0,50	14,3
	„ 66	„	do.	< 0,54	14,96
	„ 66'	„	do.	= 0,54	15,6
	„ 68	„	do. p. m.	= 0,48	13,7
	„ 68'	„	do.	< 0,48	13,0
	„ 71	„	do.	= 0,46	13,0
	„ 71'	„	do.	< 0,46	12,7

Nach Tab. II, III, IV, V und VI schwankt die Saugkraft in der obersten Palisadenschicht zwischen 8,7 und 16,4 Atm., Mittel 12,5 Atm. Folgende Gesetzmäßigkeiten ließen sich feststellen. In einer bestimmten Palisadenschicht wächst die Saugkraft mit der Entfernung vom Gefäßbündel. So besitzt in Tab. II Zelle 2 die Saugkraft 9,9, Zelle 35 die Saugkraft 16,4 und in den zwischenliegenden Zellen erfolgt ein allmähliches Ansteigen. In Tab. III, wo wir die oberste Palisadenschicht vom Hauptnerv I bis zum Hauptnerv II verfolgten, finden sich die Minima 9,9 und 9,0 wieder bei den beiden Nerven und das Maximum (15,99) etwa in der Mitte. In Tab. II und III waren die Schnitte absichtlich so geführt, daß neben dem Hauptnerv nach Möglichkeit keine weiteren Gefäßbündel getroffen wurden. Im Gegensatz dazu enthielten die Schnitte in den Tab. IV und V (Hauptnerv-Blattrand) neben dem Hauptnerv noch zahlreiche feine Nerven, deren Lage in den Tab. durch das Zeichen ○ kenntlich gemacht ist. Auch hier finden wir wieder eine Zunahme der Saugkraft mit steigender Entfernung vom Hauptnerv, dazu gesellt sich aber noch fast bei jedem feinen Gefäßbündel eine kleine lokale Depression. Wir dürfen daher annehmen, daß auch in den Tab. II u. III die kleinen lokalen Depressionen durch benachbarte kleine Gefäßbündel bedingt waren, die in den betr. Schnitten nicht mehr enthalten waren und uns daher entgangen sind. Wir sagten vorhin, daß die Minima der Saugkraft in nächster Nähe der Hauptnerven liegen. Bei Betrachtung der Tab. II, III und IV wird es nun auffallen, daß die niederste Saugkraft nicht der Zelle 1 zukommt, sondern den Zellen 2 und 3. Es hängt das offenbar damit zusammen, daß das aus den Gefäßen austretende Wasser zu den Zellen 2 und 3 auf kürzerem Wege gelangt (in einem best. Falle 4—5 zwischenliegende Zellen), als zur Zelle 1 (6—7 zwischenliegende Zellen).

Wie schon erwähnt, besitzen unsere Blätter gewöhnlich 2—3 Palisadenschichten, es war daher von Interesse, die Saugkraft in den verschiedenen Schichten zu kennen. Bei der Abhängigkeit der Saugkraft von der Nervendistanz konnten nur direkt übereinander liegende Palisaden desselben Schnittes verglichen werden. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in Tab. VI enthalten. Unter den 36 Messungsserien nimmt in 27 Fällen die Saugkraft der Palisaden von der untersten zur obersten (an die Epidermis angrenzenden) Schicht zu, in 5 Fällen ab, in 4 Fällen war ein Unterschied nicht nachweisbar.

Schwammparenchym.

Nach Tab. VII schwankt die Saugkraft des Schwammparenchyms zwischen 7,3 und 12,4 Atm., Mittel 10,3 Atm. Auch hier fanden wir die niedrigsten Werte in der Nähe von Gefäßbündeln.

In den verschiedenen Schichten ist die Verteilung derart, daß die Saugkraft gegen die Epidermis hin, also mit zunehmender Entfernung vom Gefäßbündel in der Regel ansteigt[1]). Es scheinen somit ähnliche Verhältnisse vorzuliegen wie bei den Palisaden.

Tab. VII.

Schwammparenchym		Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
				Mol Rohrz.	Atm.
nervenfreie Stelle	Schicht 1 (Epid.)	39	15. V. 18. a. m.	< 0,42	11,4
	do. 2	„	do.	< 0,42	11,1
	do. 3	„	16. V. 18. a. m.	< 0,40	10,8
	do. 4	„	15. V. 18. a. m.	= 0,38	10,5
do.	do. 1 (Epid.)	„	15. V. 18. a. m.	> 0,40	11,4
	do. 2	„	do.	< 0,42	11,4
	do. 3	„	16. V. 18. a. m.	> 0,38	10,8
	do 4	„	15. V. 18. a. m	> 0,36	10,2
do.	do. 1 (Epid.)	„	do.	> 0,38	10,8
	do. 2	„	do.	> 0,36	10,5
unmittelbar neben Seitennerv 2. Ordg.	do 1 (Epid.)	„	17. V. 18. a. m.	> 0,36	10,2
	do. 2	„	do.	> 0,36	10,2
	do. 3	„	do.	> 0,36	10,2
	do. 4	„	16. V. 18. a. m.	= 0,36	9,9
do.	do. 1 (Epid.)	„	17. V. 18. a. m.	< 0,38	10,2
	do. 2	„	do.	= 0,38	10,5
	do. 3	„	do.	= 0,38	10,5
	do. 4	„	16. V. 18. a. m.	< 0,38	9,9
unter Seiten-Nerv 2. Ordg.	do. 1 (Epid.)	36	18. XII. 17. a. m.	< 0,34	9,0
	do. 2	„	do.	= 0,28	7,6
	do. 3	„	do.	= 0,28	7,6
do.	do. 1 (Epid.)	„	do.	= 0,32	8,7
	do. 2	„	do.	> 0,26	7,3
	do. 3	„	do.	> 0,26	7,3
nervenfreie Stelle	do. 2	„	do. p. m.	= 0,40	11,1
	do. 2	„	do.	< 0,42	11,4
nervenfreie Stelle	do. 2	anderer Stock	1. XII. 16. a. m.	> 0,36	10,2
	do. 2		do.	< 0,38	10,2
	do. 2		do.	< 0,40	10,2
			11. XII. 16. a. m.	= 0,42	11,7
			do.	< 0,44	11,7
nervenfreie Stelle in Nähe vom Hauptnerv I, Schicht 2		7	12. VII. 17. a. m.	= 0,38	10,5
		„	do.	< 0,40	10,5
nervenfreie Stelle, kein Gefäßbündel in der Nähe, Schicht 2		6	6. III. 17. p. m.	= 0,44	12,4
		„	do.	< 0,46	12,4

---

[1] In Tab. VII bedeutet „(Epid.)“, daß die betr. Schicht an die Epidermis angrenzt.

Parenchymscheiden.

Bevor das in den trachealen Bahnen zugeleitete Wasser in die Epidermen, die Palisaden oder das Schwammparenchym gelangen kann, muß es zuerst die Parenchymscheiden durchwandern, welche die dickeren Nerven in mehreren Schichten umgeben, in einfacher Schicht aber auch die feinsten Verzweigungen umschließen. Die in Tab. VIII als Parenchymscheide bezeichneten Zellen waren alle in Richtung der Nerven gestreckt und grenzten stets direkt an ein Gefäß bzw. eine Tracheide.

Tab. VIII.

Parenchymscheide		Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
				Mol Rohrz.	Atm.
Blattbasis, neben Seitennerv 3. Ordg.		40	28. V. 18. p. m.	= 0,32	8,7
		„	do.	< 0,34	8,7
Blattmitte	über Seitennerv 3. Ordg.	„	27. V. 18 p. m.	= 0,32	8,7
		„	do.	< 0,34	8,7
		„	28. V. 18. p. m.	= 0,32	8,7
		„	do	< 0,34	8,7
	neben Seitennerv 3. Ordg.	„	do. a. m.	< 0,32	8,4
		„	do.	= 0,32	8,7
		„	do.	< 0,34	8,7
		„	do.	< 0,34	8,7
	unter Seitennerv 3. Ordg.	„	do.	= 0,32	8,7
		„	do.	< 0,34	8,7
Blattspitze	neben Seitennerv 3. Ordg.	„	do. p. m.	> 0,32	9.0
		„	do.	= 0,34	9,3
Basis von Hauptnerv I . . .		41	4. VI. 18. p. m.	< 0,30	7,8
		„	do.	> 0,28	7,8
Spitze von Hauptnerv I . . .		„	do. a. m.	> 0,30	8,4
		„	do.	< 0,32	8,4
Parenchymscheide		34	14. XI. 17. a. m.	< 0,32	8,4
angrenzende Palisade			do.	> 0,32	9,0
Parenchymscheide		34	do.	< 0,32	8,4
angrenzende Palisade			do.	> 0,32	9,0
Parenchymscheide		35	20. XI. 17. a. m.	= 0,28	7,6
angrenzende Palisade			do.	= 0,30	8,1
Parenchymscheide		35	do.	< 0,30	7,6
angrenzende Palisade			do.	< 0,30	7,8
Parenchymscheide		35	28. XI. 17. a. m.	= 0,28	7,6
Parenchymscheide		35	do.	< 0,28	7,3
an derselben Blattstelle (Hauptnervspitze)	Parenchymscheide .	43	6. VI. 18. a. m.	> 0,28	8,1
	Parenchymscheide .	„	do.	= 0,30	8,1
	ob. Epid. über Hauptnerv I	„	do.	> 0,28	8,1
	do.	„	do.	= 0,30	8,1
	do.	„	do.	= 0,32	8,7

Die in den Parenchymscheiden gemessenen Saugkräfte schwanken zwischen 7,3 und 9,3 Atm., Mittel 8,4 Atm.; sie wurden an der Blattspitze um ca. 0,6 Atm. höher gefunden als an der Basis. Da die Differenzen zwischen Epidermis und Scheide offenbar gering sind, ist ein Vergleich nur erlaubt, wenn beide Gewebe gleichzeitig an derselben Stelle desselben Blattes gemessen werden. Es liegt nur ein derartiger Vergleich vor, der für die obere Epidermis eine etwas höhere Saugkraft ergab. Zwischen direkt aneinander grenzenden Scheidenzellen und Palisaden wurde eine Differenz von 0,2—0,6 Atm. zu Gunsten der Palisaden gefunden.

Nerven-Kollenchym.

Am Hauptnerv I eines jüngeren Blattes konnten einige Messungen an Kollenchymzellen ausgeführt werden. An der Blattbasis, wo mehrere Schichten vorhanden sind, bezeichnen wir die an die Epidermis grenzende Schicht mit 1.

Tabelle IX.

Kollenchym		Datum	Saugkraft	
			Mol Rohrz.	Atm.
Unterseite, Basis	Schicht 1	23. II. 17 a. m.	= 0,28	7,6
	do. 2	do. p. m.	< 0,30	7,6
	do. 3	do.	= 0,28	7,6
do. do.	do. 1	do. a. m	> 0,28	7,8
	do. 2	22. II. 17 p. m.	= 0,28	7,6
	do. 8	28. II. 17 a. m.	< 0,28	7,3
Oberseite, Basis	do. 8	21. II. 17 p. m.	< 0,80	?
	do. 5	22. II. 17 p. m.	= 0,30	8,1
do. Spitze	do. 1	22. II. 17 a. m.	= 0,30	8,1
	do. 1	do.	< 0,80	7,8
	do. 1	21. II. 17 p. m.	< 0,30	7,6

Nach Tab. IX scheint die Saugkraft von derjenigen der betr. Epidermis nur wenig abzuweichen.

Schließzellen.

Aus Tab. X sind die Saugkräfte einiger Schließzellen und unterer Epidermiszellen zu entnehmen.

Tab. X.

Schließzellen		Blatt Nr.	Datum	Saugkraft Mol Rohrz.	Atm.
entspr. unt. Epid.		36	18. XII. 17 a. m.	> 0,26	7,15
Schließzelle	S_1	"	do. p. m.	= 0,36	9,9
	S_2	"	do.	< 0,36	9,6
entspr. unt. Epid.		7	11. VII. 17 p. m.	= 0,29	7,8
Schließzelle	S_1	"	12. VII. 17 p. m.	= 0,46	13,0
	S_2	"	do.	> 0,46	13,3
Schließzelle	S_1	"	do.	< 0,48	13,3
	S_2	"	do.	= 0,48	13,7
entspr. unt. Epid.		"	5. XII. 16 a. m.	= 0,29	7,8
Schließzelle	S_1	"	4. XII. 16 a. m.	< 0,40	9,9
	S_2	"	do.	< 0,40	9,9
Schließzelle	S_1	"	do.	< 0,42	10,5
	S_2	"	do.	< 0,42	10,5
Schließzelle	S_1	"	do.	= 0,36	9,9
	S_2	"	do.	= 0,36	9,9
entspr. unt. Epid.		"	13. XII. 16 a. m.	= 0,29	7,8
Schließzelle	S_1	"	12. XII. 16 p. m.	> 0,40	11,7
	S_2	"	do.	> 0,40	12,1
Schließzelle	S_1	"	do.	= 0,42	11,7
	S_2	"	do.	> 0,42	12,1

Es wurde die Saugkraft der Schließzellen im Min. um 2,1 Atm., im Max. um 4,9 Atm., im Mittel um 3,7 Atm. höher gefunden als die der unteren Epidermis.

Von der Spreite, über welche die eingehendsten Untersuchungen vorliegen, wenden wir uns zum

Blattstiel.

Der Stiel der Tab. XI war am Stämmchen der Tab. XIII und XIV 1,9 m über dem Boden inseriert; er gehört zu keiner der Spreiten, die im Vorigen beschrieben worden sind. Alle Schnitte stammen aus der Mitte zwischen Basis und Spitze des Stieles und wurden parallel der Spreitenfläche geführt. Der eine Stiel der Tab. XII gehört zu Blatt 42, er war 8 cm lang und 1,4 m über dem Boden inseriert; der andere zu Blatt 41 gehörige Stiel war ebenfalls 8 cm lang, in 1,8 m Höhe inseriert. Gemessen wurden schmale, auf der Markseite an Gefäße grenzende Parenchymzellen, die als Hadromparenchym bezeichnet sind. Bei Stiel 41 wurden zum Vergleich auch noch die schon früher mitgeteilten Werte der Parenchymscheide an Spitze und Basis des Hauptnervs angeführt.

Tab. XI.

Blattstiel	Datum	Saugkraft	
		Mol Rohrz.	Atm.
Epidermis	13. VI. 18 p. m.	< 0,36	9,3
	do.	= 0,34	9,3
Rinde: Schicht 1 (aussen) Kollen-	do.	< 0,36	9,3
chymat., rot. Zellsaft	do.	= 0,34	9,8
„ 4 (Mitte)	do.	> 0,32	9,3
„ 4 (Mitte)	do	= 0,34	9,3
„ 8 (innen)	do.	> 0,30	8,7
„ 8 (innen)	do.	= 0,32	8,7
Markstrahl, ca. 3 Zellen breit,	do. a. m	> 0,28	8,1
an Grenze Hadrom-Leptom.	do.	= 0,30	8,1
Mark, Schicht 2 (aussen)	do. p. m.	> 0,30	8,4
„ „ 4	do.	< 0,32	8,4

Tab. XII.

Blattstiel		Blatt Nr.	Datum	Saugkraft	
				Mol Rohrz.	Atm.
Hadrom-parenchym	Basis	42	5. VI. 18 p. m.	< 0,28	7,0
	„	„	do.	= 0,26	7,0
	Spitze	„	do.	> 0,28	7,8
	„	„	do.	< 0,30	7,8
	Basis	41	4. VI. 18 p. m.	< 0,26	6,7
Parench.-Scheide Hauptnerv I	Basis	„	do.	< 0,30	7,8
	Spitze	„	do. a. m.	> 0,30	8,4

Wir finden auf dem Querschnitt ein Ansteigen vom Hadrom gegen die Epidermis einerseits und das Mark andererseits. In der Längsrichtung steigt die Saugkraft des an die Leitbahnen grenzenden Parenchyms von der Stielbasis bis zur Spreitenspitze.

Stämmchen.

Tab. XIII.

Stämmchen oben	Datum	Saugkraft	
		Mol Rohrz.	Atm.
Epidermis	10. VII. 18 a. m.	> 0,26	7,4
do.	do.	< 0,28	7,4
Rinde: Schicht 2, aussen	do.	> 0,26	7,3
Kollench., rot. Zellsaft	do.	< 0,28	7,8
Schicht 9	do.	= 0,20	5,3
Schicht 10	do.	> 0,18	5,0
Markstrahl, beim Kambium,	do. p. m.	< 0,18	4,2
2—3 Zellen breit	do.	= 0,16	4,2
Mark, durch 1 Zellschicht vom	do.	< 0,20	4,8
Gefäß getrennt	do.	= 0,18	4,8

Tab. XIV.

	Stämmchen unten	Datum	Saugkraft	
			Mol Rohrz.	Atm.
	Phellogen	11. VII. 18 a. m.	< 0,14	3,3
	do.	do.	= 0,12	3,2
Rinde	Schicht 3, aussen, Kollench.	do.	< 0,12	2,4
	do.	do.	< 0,10	2,4
	do.	do.	> 0,08	2,4
	Schicht 14, innen	do.	> 0,08	2,4
	Schicht 15, innen	do.	< 0,10	2,3
	Markstrahl, in sek. Rinde . .	do. p. m.	> 0,08	2,5
	do.	do.	< 0,10	2,5
	Markstrahl, an Gef. grenzend .	do.	> 0,06	2,1
	do.	do.	= 0,08	2,1
	Mark, an Holz grenzend . . .	do.	> 0,08	2,4
	do.	do.	< 0,10	2,4

Tab. XIII und XIV bringen 2 Messungsreihen an einem Stämmchen; die eine wurde „oben“, d. h. 2,25 m über dem Boden = 5 cm unterhalb der Spitze ausgeführt, wo das Stämmchen 2,5 mm dick war, die andere „unten“, d. h. 9 cm über dem Boden, wo es 8 mm dick war. Auch auf dem Stammquerschnitt nimmt die Saugkraft vom Hadrom sowohl gegen die Epidermis als gegen das Mark zu. In Tab. XIV ist das Ansteigen allerdings wenig regelmäßig, doch zeigen unsere übrigen Erfahrungen, daß es sich hier nicht um das gewöhnliche Verhalten handelt. Wir führen daher in abgekürzter Form noch eine Probemessung an aus 35 cm Höhe bei 7 mm Durchm.: Phellogen 3,7 Atm., Außenrinde 3. Schicht 3,4 Atm., Innenrinde 8. Schicht 2,9 Atm., Markstrahl in sek. Rinde 2,6 Atm., Markstrahl an Gefäß grenzend 2,1 Atm., Markzelle nahe bei Holz 2,4 Atm.

Tab. XV.

	Markstrahl	Datum	Saugkraft	
			Mol Rohrz.	Atm.
stehende Zellen	an Gefäß grenzend . . .	25. VI. 18 p. m.	> 0,06	2,1
	do.	do.	= 0,08	2,1
	do.	do.	< 0,12	2,6
	an Libriform grenzend .	26. VI. 18 a. m.	> 0,10	2,9
	do.	do.	< 0,12	2,9
	liegende Zellen in sek. Rinde .	27. VI. 18 a. m.	< 0,12	2,9
	do.	do.	= 0,10	2,6

Tab. XV bringt die Saugkräfte von Markstrahlzellen, von denen die einen direkt an ein Gefäß, die anderen an Libriform grenzten und wieder andere in der sek. Rinde lagen. Es handelt sich allerdings nicht um Stellen desselben Markstrahls, aber doch immerhin um ziemlich benachbarte Markstrahlen, da alle Schnitte von derselben Stelle des Stämmchens, ca. 50 cm über dem Boden, stammen.

Wurzel.

Eine Wurzel, die auch derselben Pflanze angehört, wurde an 2 Stellen untersucht, „Mitte“ Tab. XVI, d. h. 18 cm hinter der Spitze und 10 cm von der Wurzelbasis entfernt, Durchm. 2 mm „Spitze“ Tab. XVII d. h. 3 mm hinter der Spitze.

Tab. XVI.

Wurzel, Mitte	Datum	Saugkraft	
		Mol Rohrz.	Atm.
Phellogen	12. VII. 18 a. m.	> 0,10	3,2
do.	do.	= 0,12	3,2
Rinde, Schicht 4 (Mitte) . . .	do. p. m.	> 0,08	2,4
do.	do.	< 0,10	2,3
Markstrahl an Gef. grenzend .	do.	= 0,08	2,1
do.	do.	< 0,10	2,1

Tab. XVII.

Wurzel, Spitze	Datum	Saugkraft	
		Mol Rohrz.	Atm.
Epidermis	12. VII. 18 a m.	> 0,02	0,8
do.	do.	< 0,06	1,1
do.	do.	= 0,04	1,1
Rinde, innen (Endod.?)	do.	> 0,04	1,6
do.	do.	> 0.06	1,7
do.	do.	< 0,08	1,6

Auf dem Querschnitt durch die ältere Wurzelpartie finden wir ein Ansteigen vom Hadrom nach Außen ähnlich wie in Stamm und Blattstiel, an der Wurzelspitze ist das Verhalten umgekehrt. Die Stamm- und Wurzelquerschnitte stammen von derselben Pflanze und wurden rasch nacheinander untersucht, um möglichst vergleichbare Werte zu erhalten.

Die in Tab. XVIII zusammengestellten Messungen beziehen sich auf Blätter, die verschieden alt oder in verschiedener Höhe inseriert sind. Die Untersuchung erfolgte stets an einer möglichst nervenfreien Stelle, die ungefähr mit dem Schwerpunkt einer Blatthälfte zusammenfiel. Sie bezieht sich für das Palisadenparenchym auf die oberste, für das Schwammparenchym auf die zweite Schicht. Die mitgeteilten Werte wurden in verschiedenen Jahren gewonnen (bei jeder Messung ist das Datum angegeben), vielfach zu einer Zeit, wo uns die großen Unterschiede noch nicht bekannt waren, die vornehmlich das Palisadenparenchym an ziemlich benachbarten Stellen aufweisen kann. Aus diesem Grunde dürfen Schlüsse auf den Einfluß des Alters oder der Insertionshöhe auch dann nur mit größter Vorsicht gezogen werden, wenn die Messungen annähernd gleichzeitig erfolgten. Die „jungen“ Blätter waren heller grün und viel zarter als die „ausgewachsenen“. Die Spreiten der jungen Blätter in 30 cm und 1,8 m Höhe waren etwa halb so groß wie die ausgewachsenen; die Spreite des jungen Blattes in 1 m Höhe war fast gleich groß wie die des ausgewachsenen in 30 cm Höhe.

Tab. XVIII.

Höhe	Alter	Ob. Epidermis	Palisaden	Schwamm-parenchym	Schließzellen	Unt. Epidermis
20 cm	ausgewachsen	8,3 (6. XII. 16 a. m.)	13,0 (30. XII. 16 a m.)	10,2 (1. XII. 16 a. m)	10,2 (4 XII. 16 a m.)	7,8 (5. XII 16 a. m.)
2 m	do.	8,1 (14. XII. 16 a. m)	13,5 (7. XII 16 a. m.)	11,7 (11. XII. 16 a. m)	11,9 (12. XII. 16 p. m)	7,8 (13. XII 16 a. m.
30 cm	jung	8,0 (27. II. 17 a. m.)	13,3 (5. III. 17 a m.)	. . . . . .	. . . . . .	7,6 (1. III 17 a. m.)
1,8 m	do.	8,0 2. III. 17 a. m.)	11,9 (28. II. 17 a. m.)	. . . . . .	. . . . . .	7,8 (1. III. 17 a. m.)
30 cm	ausgewachsen	7,7 (19 — 23. IV. 18)	. . . . . .	. . . . . .	. . . . . .	7,7 (20.—22. IV. 18)
1 m	jung	8,2 24. IV. 18 p. m.)	. . . . . .	. . . . . .	. . . . . .	7,8 (1. V 18 a. m.)
40 cm	ausgewachsen	8,4 (11. VII. 17 p m.)	15,0 (13. VII 17 a m)	10,5 (12. VII. 17 a. m)	13,3 (12 VII. 17 a. p. m.)	7,9 (11. VII. 17 p. m.)
60 cm	do.	. . . . . .	. . . . . .	8,7 (18. XII. 17 a. m)	9,8 (18. XII. 17 p. m.)	6,8 (18.—21 XII. 17)
70 cm	do.	7,8 (5. III. 17 p. m.)	12,7 (5. III. 17 p m)	12,4 (6. III 17 p m)	. . . . . .	8,1 (6. III. 17 a. m)

3. *Phaseolus vulgaris.* Wurzelspitze.

Tab. XIX.

	Wurzelspitze	Datum	Saugkraft Mol Rohrz.	Saugkraft Atm.
	Wurzelhaar	9. I. 17 a. m.	= 0,16	4,2
	do.	do.	> 0,18	5,3
	do.	do.	= 0,20	5,8
Rinde	Schicht 1 (außen)	10. I. 17 a m.	< 0,24	6,1
	do.	do.	< 0,26	6,1
	Schicht 2	do. p. m	< 0,30	7,3
	do.	do.	< 0,28	7,3
	Schicht 3	11. I 17 a. m.	> 0,32	9,0
	do.	do.	< 0,34	9,0
	Schicht 4 (innen)	do. p. m.	> 0,34	9,6
	do.	do.	< 0,36	9,6

Wir untersuchten eine im Laboratorium in Sägespänen kultivierte, 15 cm hohe Topfpflanze. Die Messungen wurden 10 bis 15 mm hinter der Wurzelspitze ausgeführt und erstrecken sich auf kurze Wurzelhaare und 4 Rindenschichten (Tab. XIX). Zahlreiche Probemessungen, die wir Ende Dezember 1916 an einem ähnlichen Topfexemplar ausführten, hatten fast übereinstimmende Werte ergeben und können daher übergangen werden.

70. A. Ursprung und G. Blum: Besprechung unserer bisherigen Saugkraftmessungen.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 27. November 1918.)

Nachdem unsere Saugkraftmessungen, die sich früher nur auf die Blattspreite und Wurzelspitze bezogen hatten, neuerdings auch auf den Blattstiel, den Stamm und die ältere Wurzelpartie ausgedehnt werden konnten, scheint uns eine Besprechung der bisherigen Resultate am Platze zu sein.

Am eingehendsten untersucht ist eine im Zimmer gehaltene Topfpflanze von Efeu; die Messungen sind in den Tabellen der vorhergehenden Mitteilung¹) enthalten und zum Teil in Abb. 1 der vorliegenden Arbeit übersichtlich zusammengestellt. Das Verhalten in der Absorptionszone der Wurzel ist besonders bei der Bohne[1]), der Einfluß der Höhe der Blattinsertion bei der Buche[1]) studiert worden.

Die niedrigsten Saugkraftwerte der ganzen Pflanze sind offenbar in der Absorptionszone der Wurzel zu erwarten. Am schönsten fanden wir dies beim Efeu bestätigt, über den ja auch die meisten Messungen vorliegen[3]); auch die Buche gab dasselbe Resultat[2]).

Eine Ausnahme bildeten nur die nahe der Bodenoberfläche befindlichen Saugwürzelchen der Buche[4]), deren Saugkräfte sogar die Maxima der Blätter noch bedeutend übertrafen. Dieses Verhalten ist nach allen unseren bisherigen Erfahrungen völlig abnormal und, wie wir vermuten, prämortal. Entsprechende Wassergehaltsdifferenzen waren im Boden nicht aufzufinden; dagegen fanden sich in den oberen Bodenschichten nur noch selten Saugwürzelchen, während sie weiter unten reichlich vorkamen und die normale niedrige Saugkraft hatten; sie schienen oben im Absterben begriffen zu sein. Bekanntlich ist ein prämortales Ansteigen für den osmotischen Wert schon mehrfach[5]) konstatiert worden. Hier dürfte somit die Saugkraftmessung einen interessanten Aufschluß über die Tätigkeit verschiedener, normal aussehender Saugwürzelchen gegeben haben, der auf anderem Wege kaum mit dieser Deutlichkeit zu erhalten gewesen wäre.

Vergleichen wir die Wurzelspitzen der drei Versuchspflanzen miteinander, so finden wir bei der Bohne eine mittlere Saugkraft von 7,2 Atm., bei der Buche von 5,3 Atm., beim Efeu aber nur von 1,3 Atm. Wie soll man sich diese Unterschiede erklären? Eine wichtige Rolle werden die Bodenverhältnisse gespielt haben. Beim Efeu, mit der geringsten Saugkraft, wurde die Erde des Topfes regelmäßig jeden Tag begossen; die Buche stand an einem sonnigen Waldrand und wurde in einer ziemlich trockenen Periode untersucht; unter noch ungünstigeren Bedingungen dürfte die Bohnenwurzel sich befunden haben, handelte es sich doch um eine Kultur in Sägespänen, die nicht regelmäßig Wasser erhielt.

Zu erwarten ist, daß die Saugkraft in der Absorptionszone der Wurzel von der Epidermis gegen die Endodermis hin zunehmen wird, was sich bestätigte. Der Efeu zeigt in der Epidermis 1,0, in der Innenrinde 1,6 Atm. (Tab. XVII). Noch instruktiver ist die Bohnenwurzel, weil hier das Wurzelhaar und alle vier Rindenschichten gemessen wurden; die Saugkraft steigt von außen nach innen regelmäßig an: 4,2—5,3 → 3,1 → 7,3 → 9,0 → 9,6 (Tab. XIX). Weniger einleuchtend ist die Größe dieser Zunahme. Die Wurzelrinde besteht bei Efeu und Bohne an der untersuchten Stelle aus vier Schichten. Zum Durchwandern derselben stehen beim Efeu 0,6 Atm., bei der Bohne aber 4,7 Atm. zur Verfügung. In unseren Notizen findet sich die Angabe, daß die Efeurinde ca. 1/4 mm, die Bohnenrinde ca. 1/2 mm dick war. Zur Aufklärung sollte vor allem die Geschwindigkeit bekannt sein, mit der das Wasser die Wurzelrinde der beiden Pflanzen zu durchwandern hatte. Hier haben weitere Untersuchungen einzusetzen.

---

[1]) URSPRUNG und BLUM, Zur Kenntnis der Saugkraft. II. Diese Berichte, vorhergehende Mitteilung.

[2]) URSPRUNG und BLUM, Zur Kenntnis der Saugkraft. I. Diese Berichte 1916 p. 553.

[3]) Vgl. die Tabellen der vorhergehenden Mitteilung, sowie die Übersicht in Fig. 1 dieser Arbeit.

[4]) URSPRUNG und BLUM, Zur Kenntnis der Saugkraft. I. Diese Berichte 1916 p. 549.

[5]) Auch kürzlich wieder in einer noch nicht veröffentlichten Arbeit von BÄCHER.

Eine ältere Wurzelpartie wurde nur beim Efeu gemessen. Wir finden in dieser, 18 cm hinter der Wurzelspitze liegenden Zone, in allen Geweben höhere Werte als an der Spitze (vgl. Tab. XVI und die Übersicht in Abb. 1). Das war zu erwarten; ferner ist anzunehmen, daß auf einem solchen Wurzelquerschnitt die Saugkräfte im wasserführenden Hadrom am kleinsten sein werden. Tatsächlich fanden wir in einer an ein Gefäß grenzenden Markstrahlzelle 2,1 Atm., in der mittleren Rinde 2,4 und im Phellogen 3,2 Atm., also ein kontinuierliches Ansteigen mit zunehmender Entfernung von den Wasserbahnen. Von der gemessenen Stelle im Wurzelholz bis zum Phellogen waren ca. 12 Zellschichten zu durchwandern, wozu eine Saugkraft von rund 1 Atm. zur Verfügung stand, während wir an der Wurzelspitze für den Transport über 4 Zellschichten 0,6 Atm., also verhältnismäßig bedeutend mehr gefunden hatten. Das kann nicht überraschen, hängt doch vom Transport quer durch die Absorptionszone die Wasserversorgung der ganzen Pflanze ab, während es sich weiter hinten nur um geringere lokale Bedürfnisse handelt.

Für die Beförderung von Wasser in der Längsrichtung der Wurzel stehen auf dieser 18 cm langen Strecke folgende Saugkräfte zur Verfügung (vgl. Tab. XVI und XVII und Abb. 1): Für den Transport im Hadrom 0,5 Atm., für den Transport in der Rinde 0,8 bis ca. 2,2 Atm. Dabei ist natürlich vorausgesetzt, daß auf der ganzen Strecke die Saugkraft von unten nach oben allmählich wächst, so daß tatsächlich am unteren Ende das Minimum, am oberen das Maximum liegt. Das 18 cm hinter der Wurzelspitze liegende Phellogen kann somit auf zwei Wegen Wasser zugeführt erhalten: einmal durch longitudinale Leitung in der Wurzelrinde, ohne Beanspruchung des Hadroms, oder aber durch Längsleitung im Hadrom, wobei die Rinde nur auf kurze Strecken für die Querleitung beansprucht wird. Die verfügbare Saugkraft ist in beiden Fällen dieselbe, der Widerstand aber bei Benützung der Gefäße viel geringer, so daß offenbar nur der letztere Weg praktisch von Bedeutung sein wird. Das ergibt sich auch daraus, daß da, wo eine Wasserleitung im Parenchym wirklich stattfinden muß, viel größere Kräfte zur Verfügung stehen. So hatten wir in der Absorptionszone der Wurzel für die Querleitung über eine Strecke von ca. $^1/_4$ mm 0,6 Atm., weiter hinten für die Querleitung über ca. $^3/_4$ mm etwa 1 Atm. gefunden, während zur Längsleitung über eine 720 bzw. 240 mal längere Strecke eine nur 4 bzw. 2 mal so große Kraft verfügbar wäre.

Das Stämmchen wurde an drei Stellen untersucht 9, 35 und 225 cm über dem Boden (Tab. XIII, XIV und Probemessung, sowie Abb. 1). Auf jedem dieser drei Querschnitte zeigt die Saugkraft das Minimum im Holz und steigt sowohl gegen das Mark, wie auch gegen die Peripherie an. Auf dem untersten Querschnitt erfolgt das Ansteigen allerdings etwas unregelmäßig; wir müssen das nach unsern übrigen Erfahrungen als eine Ausnahme betrachten und haben daher diese Messungsserie nicht in die Übersicht (Abb. 1) aufgenommen. Daß die Saugkraftdifferenz Peripherie-Holz an der Spitze viel größer ist als in der unteren Stammpartie, dürfte teilweise mit der stärkeren Transpiration und dem Chlorophyllgehalt zusammenhängen, bedarf aber weiterer Aufklärung. — In den Markstrahlen beobachteten wir ein Ansteigen vom wasserleitenden Holz gegen die Rinde, ferner ist bemerkenswert, daß auch innerhalb des Holzes jene Markstrahlen, die an ein Gefäß grenzten, etwas niedrigere Saugkräfte aufwiesen als solche, die an Libriform grenzten. Da sich jedoch die betr. Zellen in benachbarten Markstrahlen befanden, läßt sich noch nicht sagen, ob auch aneinanderstoßende Stellen desselben Markstrahls ähnliche Differenzen zeigen (Tab. XV). Wegen der Gefahr nachträglicher Wasseraufnahme ist die Saugkraftmessung bei Zellen, welche an ein Gefäß grenzen, zudem mit besonderen Schwierigkeiten verbunden. — Vergleichen wir die Saugkraft in 35 cm Stammhöhe mit der Saugkraft in Wurzel-Mitte, so ist ein Ansteigen zu erwarten.

Das findet sich auch für alle Gewebe bestätigt mit Ausnahme des Holzes. Das übereinstimmende Verhalten der übrigen Gewebe weist darauf hin, daß die Abweichung im Holz wahrscheinlich nur eine scheinbare ist und mit der eben erwähnten Fehlerquelle zusammenhängt. Zudem steigt weiter hinauf, von der Stammbasis bis zur Spitze, die Saugkraft in allen Geweben beträchtlich an.

Wir kommen zum Blatt. Das erste was hier auffällt gegenüber dem Stämmchen, das sind die relativ hohen Saugkräfte. In der Stammspitze, also in 225 cm Höhe, lag das Minimum bei 4,2 Atm., in einer Spreite dagegen bei 7,8 Atm., obschon das betr. Blatt nur 20 cm über dem Boden inseriert war.

Der untersuchte Blattstiel befindet sich in einer Höhe von 190 cm (Tab. XI, Abb. 1). Auch hier zeigt die Saugkraft auf dem Querschnitt die gewohnte Verteilung, vom Minimum im Hadrom (8,1 Atm.) ein schwaches Ansteigen zum Mark (8,4 Atm.) und ein starkes über die Rinde zur Epidermis (9,3 Atm.). Daß an der gemessenen Stelle von der mittleren Rinde bis zur Epidermis keine weitere Zunahme erkennbar war, dürfte der Regel nicht entsprechen; so fanden wir an einem anderen Stiel: Innenrinde 8,1 Atm., innere Mittelrinde 9,0 Atm., äußere Mittelrinde 9,3 Atm., Außenrinde 9,6 Atm., Epidermis 9,9 Atm. Aus diesem Grunde wurden die Rindenwerte in Abb. 1 entsprechend abgestuft.

In den vorliegenden Messungen war die Saugkraftdifferenz Epidermis-Hadrom in der Sproßspitze größer als im Blattstiel; ob es sich dabei um eine allgemeine Regel handelt, müssen weitere Untersuchungen zeigen. — In Übereinstimmung mit Stamm und Wurzel ist anzunehmen, daß auch im Blattstiel die Saugkraft eines bestimmten Gewebes in der Richtung des aufsteigenden Wassers zunehmen wird. Die Prüfung beschränkte sich auf direkt an tracheale Bahnen grenzende Zellen (Tab. XII). Wir fanden an der Stielbasis 7,0 Atm., an der Spitze 7,8 Atm. und an einem andern Blatt an der Stielbasis 6,7 Atm., an der Mittelnervbasis 7,8, an der Mittelnervspitze 8,4 Atm.[1]). In diesem Zusammenhang seien auch entsprechende Messungen an Seitennerven 3. und 4. Ordnung erwähnt. „Spitze“ und „Basis“ bedeuten gegen die Spitze bzw. gegen die Basis des betr. Nervs gelegene Zelle; der Abstand der beiden Zellen ist in μ beigefügt.

	Abstand	Saugkraft
Spitze	460 μ	8,9 Atm.
Basis		8,4 „
Spitze	600 μ	8,7 „
Basis		8,4 „
Spitze	380 μ	8,4 „
Basis		8,1 „

---

[1] Beide Stiele waren je 8 cm, die Spreite 3 cm lang.

Endlich noch einige Parenchymscheidenwerte von Leitbündelendigungen an der Basis und Spitze derselbn Spreite:

Spreitenbasis 8,7—8,9 Atm.
Spreitenspitze 9,0—9,2 Atm.

Soweit sich die Prüfung bisher erstreckte, fanden wir in dem an tracheale Bahnen grenzenden Parenchym ein fortwährendes Ansteigen von der Stielbasis gegen die Stielspitze, von der Hauptnervbasis gegen die Hauptnervspitze und von der Basis feiner Seitennerven gegen deren Spitze. Die im Hadrom des Blattes a priori zu erwartende stetige Zunahme der Saugkraft in Richtung des aufsteigenden Wassers ist damit zwar noch nicht lückenlos erwiesen, ihr tatsächliches Vorhandensein aber immerhin sehr wahrscheinlich gemacht. Um über die Art und Weise dieser Zunahme uns vorläufig zu orientieren, berechneten wir aus den mitgeteilten Daten die Saugkraftdifferenzen pro Längeneinheit (spezifische Saugkraftdifferenzen) und erhielten folgende Werte: feine Seitennerven 8, Hauptnerv 0,2, Blattstiel 0,1, Stämmchen schätzungsweise 0,01. In Anbetracht der geringen Zahl von Messungen und der Schwierigkeiten, die, wie erwähnt, gerade in diesem Falle mit der Erlangung zuverlässiger Resultate verbunden sind, legen wir diesen Verhältniszahlen keine größere Bedeutung bei; bemerkenswert erscheint aber doch die Richtung — Stamm → Stiel → Hauptnerv → Seitennerv — in der diese spezifischen Saugkraftdifferenzen ansteigen.

Hier sei auch darauf hingewiesen, daß wir in allen bisherigen Untersuchungen auf die Gewebespannung keine Rücksicht genommen haben. Da aber in unsern Blattstielen und jungen Stengeln das Mark bekanntlich einen Druck, Rinde und Epidermis einen Zug erleiden, so werden unsere Resultate für das Mark zu groß, für Rinde und Epidermis zu klein ausgefallen sein. Nach Orientierungsversuchen an Efeublattstielen, die den stärksten Einfluß erwarten ließen, scheint jedoch der Fehler unter unseren Versuchsbedingungen von solcher Größenordnung zu sein, daß eine Berücksichtigung der Gewebespannung vorläufig unterbleiben konnte.

Von den Nerven aus sind die übrigen Gewebe der Spreite mit Wasser zu versorgen. Beginnen wir mit dem Palisadenparenchym. Die untersuchten Efeublätter besaßen gewöhnlich 3 übereinander liegende Palisadenschichten; gegen den Rand nahm die Schichtenzahl vielfach auf 2, gegen die Blattspitze auf 1 ab. In Übereinstimmung mit den Befunden in der Wurzel, dem Stamm und dem Blattstiel ist anzunehmen, daß die Saugkraft im Palisadengewebe mit zunehmender Entfernung vom Hadrom ansteigen wird. Da nun das tracheale Leitungssystem ein Netz darstellt und die starken Nerven mehr neben, die feineren unter dem Palisadengewebe verlaufen, so ist von den Parenchymscheiden ausgehend eine Zunahme der Saugkraft sowohl in vertikaler Richtung gegen die Epidermis hin, als auch in horizontaler Richtung in die Maschen des Netzes hinein zu erwarten. Diese Erwartungen zeigten sich in schönster Weise bestätigt. Als wir eine obere Palisadenreihe vom Hauptnerv aus in einer möglichst gefäßbündelfreien Richtung verfolgten, ergab sich folgende Gesetzmäßigkeit (Tab. II): Saugkraft 10,5 Atm. für Zelle 1, dann 9,9 Atm. für die Zellen 2 und 3, hierauf stieg die Saugkraft mit zunehmender Entfernung vom Hauptnerv an bis zu 16,4 Atm. bei der 35. Zelle. Es ist das eine Differenz von ca. 6,5 Atm. für 35 Zellen (Distanz etwa 1 mm), was für 2 benachbarte Zellen einen mittleren Unterschied von ca. 0,2 Atm. ergibt.

Daß nicht die 1. Zelle die niedrigste Saugkraft aufweist, sondern die 2. und 3., wurde mehrfach beobachtet, ist also weder ein Zufall noch ein Messungsfehler und hängt wohl damit zusammen, daß die Zellen 2 und 3 etwas näher an den trachealen Wasserleitungsbahnen liegen (Distanz ca. 4 Zellen) als Zelle 1 (Distanz ca. 6 Zellen).

Verbindet die Palisadenreihe 2 Hauptnerven (Tab. III), so liegt das Maximum in der Mitte. Verläuft die obere Palisadenreihe nicht an einer möglichst nervenfreien Stelle, sondern über mehrere feinere Nerven hinweg, so bemerken wir, neben dem Ansteigen mit zunehmender Entfernung vom Hauptnerv, eine kleine lokale Depression über jedem Seitennerv (Tab. IV und V)[1]).

Entsprechend steigt die Saugkraft auch in vertikaler Richtung von unten nach oben an (Tab. VI Abb. 1). Bei 3 Palisadenschichten beträgt die Differenz zwischen der untersten und obersten Schicht gewöhnlich 0,6 Atm., bei 2 Schichten 0,3 Atm.

Man wird a priori geneigt sein, neben der Wasserversorgung vor allen auch der Assimilation einen Einfluß auf die Saugkraft zuzuschreiben. Dafür spricht der reiche Gehalt an Chlorophyllkörnern und die gute Belichtung der obersten Palisadenschicht sowie die Abnahme des Chlorophyllgehaltes gegen die Hauptnerven hin. Daß aber der Assimilation nicht die Hauptrolle zukommt, zeigt schon der Umstand, daß in Stengel und Blattstiel die Epidermis, trotz fehlender Assimilation, die stärkste Saugkraft besitzt; auch steigt im Palisadenparenchym mit zunehmender Entfernung vom Hauptnerv der Gehalt an Chlorophyllkörnern lange nicht in dem Maße an wie die Saugkraft.

---

[1]) Lokale Depressionen sind auch in Tab. III und selbst in Tab. II vorhanden; sie rühren, da die betr. Schnitte keine feinen Nerven enthielten, offenbar von benachbarten Nerven her.

Die Differenz zwischen der untersten Palisade und der angrenzenden Parenchymscheide betrug in den untersuchten Fällen 0,2—0,6, im Mittel 0,5 Atm.

Von der Regel, daß die an die Parenchymscheide grenzende Palisade die niedrigste. die an die Epidermis grenzende die höchste Saugkraft hat, ergaben sich einige Ausnahmen, welche vermuten lassen, es könnte hier, infolge lokaler Störung, die Wasserversorgung nicht wie gewöhnlich von unten, sondern aus der Epidermis — dem Wasserreservoir — erfolgt sein. Dafür spricht der Umstand, daß es in der Messungsserie mit Blatt 31 (Tab. VI) ausschließlich die Palisaden mit maximaler Saugkraft sind, welche diese Erscheinung zeigen, sowie die Tatsache, daß in der Epidermis lokale Erhöhungen der Saugkraft gefunden wurden. Ob allerdings diese abweichenden Stellen in Epidermis und Palisaden auch wirklich koinzidieren, vermögen wir nicht zu sagen. da wir die Epidermis an Flächenschnitten, die Palisaden an Querschnitten gemessen haben. Für gewöhnlich nimmt die Saugkraft im Palisadenparenchym jedoch nur gegen die Gefäßbündel hin ab, woraus wir schließen, daß die Palisaden unter normalen Umständen nur aus den Gefäßbündeln schöpfen.

Aus dem Gesagten folgt ferner, daß ein Vergleich der Palisadensaugkräfte an Spitze und Basis des Blattes nur brauchbare Werte ergibt, wenn die Palisadenzellen der gleichen Schicht angehören und gleich weit von einem Nerv derselben Ordnung entfernt sind.

Von den Palisaden wenden wir uns zum Schwammparenchym. Es besitzt beim Efeu (Tab. VII) eine mittlere Saugkraft von 10,3 Atm., die also gleich wie bei *Fagus* niedriger ist als in den Palisaden. Da auch bei ihm für gewöhnlich ein Schöpfen aus den Nerven anzunehmen ist, sind in ähnlichem Sinn verlaufende Saugkraftdifferenzen zu erwarten wie in den Palisaden. Tatsächlich fanden wir in der äußersten, an die Epidermis grenzenden Schicht die höchsten, in der innersten die niedrigsten Werte; die Differenzen benachbarter Schichten dürften ca. 0,3 Atm. betragen (Abb. 1). Ebenso sind, wie Blatt 36 (Tab. VII) zeigt, die Saugkräfte an einer nervenfreien Stelle deutlich höher, als unter einem Nerv.

Wir kommen zur Epidermis. Im Stengel und Blattstiel war die Saugkraft vom Hadrom gegen die Peripherie beständig angestiegen und hatte in der Epidermis das Maximum erreicht.

In der Spreite fanden wir ebenfalls, sowohl im Palisaden- wie im Schwammparenchym, ein Ansteigen von der innersten zur äußersten Schicht, was auch hier das Maximum in den Epidermen erwarten läßt. Es sollte somit die obere Epidermis ein Mittel von über 12,5 Atm., die untere ein Mittel von über 11 Atm. besitzen. Tatsächlich beträgt aber das Mittel für die obere Epidermis 8 Atm., für die untere 7,3 Atm. Die Saugkraft steigt also von der innersten bis zur äußersten Palisade an mit einer Differenz von 0,3 Atm. zwischen 2 Zellen, um dann beim Übergang in die obere Epidermis plötzlich um 4,5 Atm. im Mittel zu fallen. Der Saugkraftsprung beim Übergang in die Epidermis kann jedoch weit über diesen Mittelwert hinausgehen, fanden wir doch in der oberen Epidermis ein Minimum von 7,0 und in der obersten Palisadenschicht ein Maximum von 16,4 Atm., was einer Differenz von 9,4 Atm. entspricht. Das Gefälle kann aber auch bis gegen Null sinken, da das Maximum der oberen Epidermis 8,7 und das Minimum der obersten Palisadenschicht 8,7 beträgt. Die Blattunterseite zeigt ein entsprechendes Verhalten und ähnlich liegen die Dinge auch im Buchenblatt.

Wir fanden bisher in allen hierauf untersuchten Geweben, daß die Saugkraft in Richtung des aufsteigenden Wassers, sowie mit zunehmender Entfernung vom Hadrom anstieg. Dementsprechend ist in der Spreitenepidermis eine Zunahme z. B. von der Hauptnervbasis gegen die Hauptnervspitze, von einem Nerv gegen eine nervenfreie Stelle, sowie allgemein gegen den Blattrand hin zu erwarten. Diese Erwartungen wurden durch unsere früheren Messungen (Tab. I) nicht bestätigt. In einigen neueren, speziell auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen an ein und derselben Spreite fanden wir:

Ob. Epidermis Basis von Hauptnerv I: 9,0—9,2 Atm.
Spitze „ „ I: 9,0—9,6 „
„ „ „ II: 9,9
Blattrand zw. Hauptnerv I u. II: 9,6
Über feinem Seitennerv: 9,0
Nervenfreie Stellen in verschiedenen Gegenden der Spreite: 8,7—9,2
Unt. Epidermis Basis von Hauptnerv I: 8,0—8,3 Atm.
Spitze „ „ I: 8,3
Nervenfreie Stellen in verschiedenen Gegenden der Spreite: 8,1—9,4

Auch hier fallen in einer bestimmten Epidermis die verhältnismäßig geringen Schwankungen der Saugkraft auf. Ein deutliches, regelmäßiges Ansteigen von der Nervenbasis bis zur Nervenspitze wie in den Parenchymscheiden war in der Epidermis nicht aufzufinden, obschon Hauptnervspitze und Blattrand mehrfach höhere Werte zeigten. Noch weniger ließ sich — wie beim Palisadenparenchym — eine regelmäßige Zunahme in die nervenfreien Maschen hinein nachweisen. Das Auffällige und Abweichende besteht somit einmal in der relativ gleichmäßigen Verteilung der Saugkraft in einer bestimmten Spreitenepidermis und ferner in dem großen Saugkraftsprung zwischen der Epidermis und dem angrenzenden grünen Gewebe.

Bei einem so auffälligen Resultat drängt sich zunächst die Frage auf, ob es nicht vielleicht durch Fehlerquellen ganz oder teilweise vorgetäuscht sein könnte. Dazu sei folgendes bemerkt: 1. Wir erhielten beim Efeu mit verschiedenen Blättern derselben Pflanze, mit verschiedenen Pflanzen, zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten stets annähernd dieselben Werte und auch die Buche verhielt sich gleich. 2. Bei den meisten Messungen an der Efeuepidermis beurteilten wir die Volumänderungen aus den an Flächenschnitten erkennbaren Flächenänderungen. Diese Flächenänderungen sind aber durch die derbe Epidermisaußenwand zweifellos erschwert, so daß uns kleinere Saugkraftdifferenzen entgangen sein können. Größere Fehler dürften jedoch hierdurch kaum verschuldet worden sein, da wir immer von 2 Rohrzuckerlösungen ausgingen, deren eine die Fläche vergrößerte, die andere aber verkleinerte. Zur Kontrolle untersuchten wir die Epidermis auch an Längsschnitten durch einen Hauptnerv, wobei in den Flächenmessungen die Änderungen der Zelldicke zum Ausdruck kommen mußten; trotzdem ergab sich die gleiche Saugkraft. Auch hatten wir früher beim Buchenblatt zwar Flächenschnitte benützt, aber zugleich noch die Dicke gemessen und ebenfalls das nämliche Resultat bekommen. 3. ist an die Möglichkeit zu denken, daß dieselbe Methode, die bei den übrigen Geweben, ja selbst bei Stiel- und Stengelepidermis scheinbar gute Werte lieferte, bei der Spreitenepidermis versagen könnte. Es müßte dann eine für die Spreitenepidermis spezifische Fehlerquelle vorliegen. Man kann sich nun vorstellen, daß die Spreitenepidermis beim einstündigen Liegen in Rohrzucker viel mehr osmotisch wirksame Stoffe austreten bezw. den osmotischen Wert durch Regulation stärker sinken läßt als die Stiel-, die Stengelepidermis und die andern Gewebe überhaupt; dabei könnte bei unserer Methode — einstündiges Liegenlassen in der Rohrzuckerlösung vor der Volumkontrolle — wohl eine zu kleine Saugkraft resultieren. Die auffällige Uebereinstimmung aller Messungen an der Spreitenepidermis macht allerdings eine bedeutende Fälschung durch diese Fehlerquelle von vornherein wenig wahrscheinlich. Zur Orientierung brachten wir eine Epidermiszelle in eine Lösung von Rohrzucker, in der nach 1 Stunde keine Volumänderung gegenüber Paraffinöl konstatierbar war. Wir maßen aber das Volumen nicht erst nach 1 Stunde, sondern von Anfang an von 5 zu 5 Minuten. Es hätte sich nun, wenn die wirkliche Saugkraft größer ist, erst eine Volumzunahme bis zu einem Maximum und dann, infolge der Exosmose etc., eine Volumabnahme erwarten lassen, die nach 1 Stunde zum Paraffinölvolumen geführt haben würde. Soweit unsere Prüfung reicht, vermag der hierdurch bedingte Fehler einen so großen Saugkraftsprung zwischen Epidermis und Mesophyll nicht vorzutäuschen, so daß eine Diskussion unserer Epidermisresultate erlaubt erscheint.

Die Ausnahmestellung der Spreitenepidermis ist von großer Bedeutung sowohl für den Weg, auf dem sie mit Wasser versorgt wird, wie auch für ihre Funktion als Wasserreservoir. Beginnen wir mit der Wasserversorgung. Im Stengel und Blattstiel erfolgt die Wasserversorgung der Epidermis durch die Rinde. Das ergibt sich sowohl aus dem anatomischen Bau, wie aus der Verteilung der Saugkraft. In der Spreite soll nach WESTERMAIER[1]) die obere Epidermis durch die Palisaden hindurch versorgt werden. Suchen wir nach Beweisen, so finden wir die Angabe (p. 70), daß dieser Versorgung nach dem anatomischen Befund im allgemeinen kein Hindernis entgegensteht. Hervorzuheben ist aber vor allem, daß aus den feineren Nerven das Wasser auf keinem anderen Wege in die Epidermis gelangen kann, als eben durch die Palisaden. Indessen vermag die Anatomie, so wichtig sie für die Beurteilung dieser Frage ist, nicht allein, sondern nur in Verbindung mit physiologischen Untersuchungen einen befriedigenden Aufschluß zu geben. Soll nun die Epidermis aus den Palisaden Wasser saugen, ähnlich wie im Stiel und Stengel aus der Rinde, so muß die Saugkraft der Spreitenepidermis größer sein als die der Palisaden, wie auch in Stiel und Stengel die Saugkraft der Epidermis die der Rinde übertrifft. Nun findet aber beim Übergang aus den Palisaden in die Epidermis kein Steigen, sondern ein Sinken statt.

---

1) WESTERMAIER, Über Bau und Funktion des pflanzlichen Hautgewebesystems. Jahrb. f. wiss. Bot. **14**, p. 69, 70.

Eine Versorgung der Epidermis durch die Palisaden erscheint somit nur möglich, wenn den letzteren Blutungstätigkeit zukommt. Die Prüfung der Palisaden auf Bluten ist eine Aufgabe für sich; hier soll nur untersucht werden, ob die Spreitenepidermis auf anderem Wege Wasser durch bloßes Saugen erhalten kann. Das ist offenbar nur möglich, wenn es Stellen gibt, an denen die Saugkraft von der Epidermis bis zu den trachealen Wasserbahnen beständig abnimmt. Zunächst verglichen wir die beiden Endglieder der Kette, d. h. Zellen der Epidermis mit direkt an Gefäße oder Tracheiden stoßenden Scheidenzellen, und zwar mußten beide Zellarten, um möglichst vergleichbare Werte zu geben, stets von derselben Blattstelle stammen[1]). Dabei war die Parenchymscheide stets etwas niedriger als die untere Epidermis; z. B. untere Epidermis in mehreren Messungen stets 8,6 Atm., während die Scheidenzellen zwischen 7,3 und 7,8 Atm. schwankten. Dieser möglichst exakte Vergleich wurde absichtlich mit der unteren Epidermis durchgeführt, weil sie eine tiefere Saugkraft besitzt als die obere (vgl. Tab. I). Nachdem die Endglieder der Kette ein befriedigendes Resultat ergeben hatten, handelte es sich darum, nach den Zwischengliedern zu suchen. Feinere Nerven schienen wegen der hohen Palisadenwerte keinen Erfolg zu versprechen, da ihre Scheiden durch eben diese Palisaden von der Epidermis getrennt sind. Wir wandten uns daher stärkeren Nerven zu, deren chlorophyllarme, das lebhaft grüne Mesophyll durchbrechende Scheiden eine Brücke zwischen Gefäßbündel und Epidermis darstellen, welche die Möglichkeit eines Wasserverkehrs nahelegt. Querschnitte durch einen Hauptnerv zeigen das Gefäßbündel meist oben und unten von Bastsicheln begrenzt, die seitlich mehr oder weniger übergreifen, die Flanken des Hadroms aber frei lassen. Darauf folgen mehrere Schichten chlorophyllarmen Parenchyms, das an der Seite des Nervs direkt in die Epidermis übergeht, in der Medianpartie dagegen durch Kollenchym von der Epidermis getrennt ist. Dieser Bau läßt vermuten, daß das Wasser in der Bastlücke aus dem Hadrom tritt und von hier auf kürzestem Wege in die obere Epidermis dringt; das hätte auch den Vorzug, daß dabei kein Kollenchym, sondern nur dünnwandiges Parenchym zu durchwandern wäre. Die Saugkraftmessungen, die alle an demselben Blatt vorgenommen wurden, ergaben für die obere Epidermis des Hauptnervs 8,1—8,7 Atm., für das chlorophyllarme Nervenparenchym bis 9,2 und 9,7 Atm. Es ist daher besonders bemerkenswert, daß die kristallführenden, chlorophyllfreien Zellen, die gerade im Nerv so häufig sind, eine bedeutend geringere Saugkraft aufweisen, als die benachbarten kristallfreien Zellen. So maßen wir in den palisadenartigen, an die Epidermis grenzenden Zellen bei Vorhandensein von Kristallen 7,6; 8,0; 8,1; 8,1; 8,1, 8,1; 8,3; 8,3 Atm.; dagegen 9,0 Atm., wenn Kristalle fehlten. In der Nähe der Bastlücke ergab kristallführendes Parenchym 8,0, mitten im Nervenparenchym 8,4 Atm. In der innersten Kollenchymschicht fanden wir hier 9,0 Atm., während früher (Tab. IX) an einem Blatt eines anderen Efeustockes die Saugkraft eher etwas unter dem Epidermiswert gelegen hatte. Demnach sind in den großen Nerven zwischen Hadrom und oberer Epidermis (auf die wir uns hierbei beschränkten) zweifellos Zellen vorhanden, die keine höhere Saugkraft als die Epidermis besitzen. Ob diese Zellen eine lückenlose Verbindung zwischen Epidermis und Hadrom bilden können oder ob es nur zerstreute Inseln sind, das allerdings bleibt noch dahingestellt. Übrigens haben wir auch über feineren Nerven kristallführende Zellen neben gewöhnlichen Palisaden beobachtet, so daß also selbst da die Möglichkeit einer Wasserversorgung durch bloßes Saugen nicht ausgeschlossen erscheint. Daß die Kristallzellen eine niedrigere Saugkraft besitzen als ihre kristallfreien Nachbarn ist leicht verständlich, denn erstens können sie infolge des Chlorophyllmangels nicht assimilieren und zweitens werden durch die Bildung von Calciumoxalat osmotisch wirksame Stoffe in unlösliche, also unwirksame Form übergeführt. Dieser Befund bei *Hedera* dürfte von allgemeinerem Interesse sein, weil kristallführendes Nervenparenchym weit verbreitet ist; wir verweisen nur auf die Angaben WESTERMAIERs (l. c. p. 71) und seine hübsche Abbildung aus einem Eucalyptusblatt (l. c. Taf. VI, Abb. 2), sowie auf den Querschnitt durch ein Buchenblatt im Bonner Lehrbuch (13. Aufl., Fig. 124). Es scheint also der Erzeugung von oxalsaurem Kalk eine weitere, bisher nicht bekannte Bedeutung zufallen zu können.

---

[1]) Durch schiefes Schneiden konnten beide Zellen in demselben Schnitt gemessen werden.

Wir wenden uns zur Funktion der Spreitenepidermis als Wasserspeicher. Die heute geläufige Auffassung der Epidermis — nicht nur der Blattspreite, sondern der vegetativen Organe überhaupt — als peripheres Wassergewebe geht bekanntlich auf WESTERMAIER (l. c.) zurück. Die Versuche, die er anstellte, um diese Funktion nachzuweisen, erstrecken sich auf Blattspreiten von *Peperomia latifolia* mit sehr stark entwickeltem Hypoderm, von *Tradescantia discolor* mit mäßig ausgebildetem Wassergewebe und von *Luzula maxima* mit einschichtiger, hoher Blattepidermis. Beschrieben ist jedoch allein das Experiment mit *Peperomia*. Es besteht in dem Nachweis, daß die Wassergewebezellen bei ungenügender Wasserzufuhr kollabieren, während die Assimilationszellen ihr ursprüngliches Volumen noch beibehalten und daß das Wassergewebe bei erneuter Wasserzufuhr sich wieder füllt. Von *Tradescantia* und *Luzula* heißt es nur, daß sie „im Wesentlichen" „ein analoges Resultat ergeben". Um aber die einschichtige Epidermis nicht nur in dem besonders günstigen Fall von *Luzula*, sondern in allen Blattspreiten als Wasserreservoir auffassen zu dürfen, hätten die Versuche auf zahlreiche und anatomisch abweichende Fälle (niedere und hohe Epidermis, dicke und dünne, gewellte und nicht gewellte Radialwände etc.) ausgedehnt und durch Angaben über die Größe der Wasserabgabe ergänzt werden sollen. HABERLANDT[1]) hat nun allerdings für einschichtige Blattepidermen einige Berechnungen über die Größe der Wasserabgabe angestellt mit dem Ergebnis, daß bei seinen Versuchspflanzen die Epidermis den Transpirationsverlust bei offenen Spaltöffnungen $^1/_2$—2 Stunden lang, bei geschlossenen Spaltöffnungen 6—16 Stunden lang zu decken vermag. Diese Berechnungen beruhen aber auf der willkürlichen Annahme, die Epidermis habe ihr Volumen durch Wasserabgabe auf die Hälfte reduziert, ohne daß untersucht worden wäre, ob eine solche Reduktion auch wirklich erfolgt. Demnach ist das Beweismaterial schon für die Blattspreite unzureichend. In noch viel höherem Maße gilt das, wenn von der Spreitenepidermis auf die Epidermis generalisiert wird. Wir wollen hier diese Frage vom Standpunkt der Saugkraftverteilung aus betrachten. Dabei gehen wir von der Annahme aus, die Saugkraft sei in der ganzen Zelle dieselbe, so daß Zelle A nur dann aus B Wasser schöpfen kann, wenn die nach unserer Methode gemessene Saugkraft in A $>$ B ist.

WESTERMAIER und HABERLANDT schreiben dem chlorophyllhaltigen Parenchym allgemein eine größere osmotische Saugkraft zu als der angrenzenden Epidermis. Das trifft, nach unseren Messungen, in der reichlich mit Wasser versorgten Pflanze nur für die Blattspreite zu, nicht aber für Stengel und Blattstiel. Somit wäre unter normalen Verhältnissen wohl in der Spreite, nicht aber in Stengel und Stiel ein Wasserentzug aus der Epidermis möglich (vorausgesetzt ist dabei die Fähigkeit der Volumverkleinerung und das Fehlen anderer Hindernisse für den Wasser-

---

1) HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie. 5. Aufl. p. 140.

übertritt). Aber unter normalen Verhältnissen soll ja — nach der allgemeinen Annahme — das epidermale Reservoir gar nicht in Anspruch genommen, sondern aus den Gefäßbündeln geschöpft werden. Wie sich die Saugkraftverteilung beim Welken verändert, haben wir experimentell noch nicht geprüft und beschränken uns daher hier absichtlich auf den normalen Zustand. Da drängen sich nun sofort folgende Fragen auf: 1. Tritt wirklich für gewöhnlich kein Wasser aus der Spreitenepidermis in das Mesophyll, 2. wenn ja, wie ist das bei dem großen Saugkraftsprung von mehreren Atmosphären zu erklären und 3. welche Bedeutung ist dieser Saugkraftverteilung zuzuschreiben?

Beginnen wir mit Punkt 1. In einer Palisadenreihe, die von einem Hauptnerv in einer nervenfreien Richtung verlief, nahm die Saugkraft mit der Entfernung vom Nerv zu; in einer Palisadenreihe, die 2 Hauptnerven verband, lag das Maximum in der Mitte. Entsprechend wird man in einem dreischichtigen Palisadengewebe, wenn es gleichzeitig von unten und von oben (aus der Epidermis) Wasser erhält, das Maximum in der mittleren Schicht erwarten. Da wir nun das Maximum fast immer in der obersten Schicht fanden, so spricht das jedenfalls nicht für einen nennenswerten Wassereintritt aus der Epidermis. Erinnern wir uns weiter an die Saugkraftdifferenzen zwischen einer Palisade der obersten Schicht und den angrenzenden Zellen. Sie betrugen gegen die Epidermis 4,5 bis über 9 Atm., gegen die untere Palisadenschicht 0,3 Atm., gegen die Nachbarzellen derselben Schicht 0,2 Atm. Wir können uns nicht vorstellen, wie bei einem fortwährenden. regen Wasserübertritt aus der Epidermis eine derartige Verteilung der Saugkraft möglich sein sollte. Betrachten wir noch die Verhältnisse in der Epidermis selbst. In allen Geweben, die Wasser aus den Gefäßbündeln bezogen, war dies an der Verteilung der Saugkraft leicht zu erkennen. Wir erinnern nur an die Palisaden, deren Saugkraft mit zunehmender Entfernung vom Hauptnerv besonders stark anstieg: 6 Atm. pro 1 mm. In ähnlicher Weise sollte auch in der angrenzenden Epidermis die Saugkraft vom Nervennetz in die Maschen hinein anwachsen. Tatsächlich war das aber nicht der Fall und auch sonst ist die Saugkraft in der Epidermis ziemlich gleichförmig verteilt. Alles das spricht dafür, daß die Spreitenepidermis für gewöhnlich weder Wasser in bedeutenden Mengen aus den Gefäßbündeln bezieht, noch an das Mesophyll abgibt, daß sie also ein gefülltes Reservoir darstellt, das für Zeiten der Not bestimmt ist. Es mag vielleicht auf den ersten Blick auffallen, daß in diesem Reservoir auch unter normalen

Umständen, wo es also kein Wasser an das Mesophyll abgibt, die Saugkraft einen so hohen Wert behält. Das ist jedoch leicht verständlich; denn da die Epidermis aus den Gefäßbündeln gefüllt werden muß, kann ihre Saugkraft nicht unter die der Parenchymscheiden heruntergehen, wohl aber dieselbe annähernd erreichen, wenn das Reservoir gefüllt ist, und wirklich stehen sich auch die beiden Werte so nahe (die Epidermis ein wenig höher) als das nur erwartet werden kann. Das Fehlen eines Wasserübertritts aus der Epidermis in das Mesophyll unter normalen Umständen deckt sich also nicht nur mit unseren Messungen für das Palisaden- und Schwammparenchym, sondern es erlaubt auch ev. Saugkraftdifferenzen in der Epidermis sich auszugleichen und stimmt daher mit unseren Epidermisbefunden überein. Wir gelangen damit für die Blattspreite zu der geläufigen Vorstellung, die Haberlandt[1]) folgendermaßen formuliert: „Während bei ungehinderter Wasserzufuhr das Chlorophyllparenchym seinen Bedarf an Wasser und gelösten Nährsalzen von den Gefäßbündeln her deckt, wird nach dem Versiegen dieser Quellen das gefüllte Wasserreservoir in Anspruch genommen.“

Daß die Epidermis schon im normalen Zustand, wo sie gar nicht als Reservoir in Anspruch genommen wird, eine viel niedrigere Saugkraft besitzt als das Mesophyll, kann für ihre Funktion als Speichergewebe nur zweckmäßig sein. Denn in Zeiten der Not vermag die Epidermis — entsprechendes Kontraktionsvermögen vorausgesetzt — natürlich höchstens so lange Wasser abzugeben, bis ihre Saugkraft der des angrenzenden Mesophylls gleich geworden ist; das muß aber cet. par. um so länger dauern, je niedriger die Epidermissaugkraft anfänglich war.

Allein hieraus resultiert die oben in Punkt 2 ausgesprochene Schwierigkeit. Das Fehlen eines Wasserübertrittes aus der Epidermis in das Mesophyll wäre leicht verständlich, wenn entweder Saugkraftdifferenzen fehlten oder entsprechende Filtrationswiderstände sich nachweisen ließen. Nun steht aber nach unseren Messungen einer oberen Palisade zur Wasserentnahme aus der Epidermis eine bis 15- ja bis 40mal größere Kraft zur Verfügung als zum Wasserentzug aus den Nachbarpalisaden, und von einem besonderen Filtrationswiderstand an der Grenze Epidermis-Palisaden ist bei unseren Versuchspflanzen nichts bekannt und anatomisch wie mikrochemisch nichts zu entdecken. Außerdem geben Epidermiszellen und Palisaden, die in Rohrzuckerlösung liegen, Wasser

---

1) **Haberlandt**, l. c. p. 377.

ab bzw. nehmen solches auf, wenn das Saugkraftgefälle noch weit unter 1 Atm. liegt. Auch sind hohe Widerstände — wie sie etwa durch Verdickung, schwache Verkorkung etc. der Wand an der Berührungsfläche realisierbar wären — von vornherein wenig wahrscheinlich, da sie die Entleerung des Reservoirs in Zeiten der Not und den Ersatz der in der oberen Epidermis durch Atmung verbrauchten Substanz aus den Palisaden erschweren würde. Wir sehen daher nur noch eine Erklärungsmöglichkeit: das Saugkraftgefälle Epidermis-Mesophyll ist in Wirklichkeit kleiner, als es nach unseren Messungen zu sein scheint.

Bisher setzten wir stets voraus, die Saugkraft sei in der ganzen Zelle dieselbe. Diese Annahme ist zweifellos die einfachste, und es sollte zunächst untersucht werden, zu welchen Resultaten sie führt. Aber schon in unserer ersten Mitteilung wiesen wir darauf hin, daß dieser einfachste Fall durchaus nicht notwendig verwirklicht sein muß. Nehmen wir nun an, es sei die Saugkraft in verschiedenen Teilen einer Zelle verschieden, aber so verteilt, daß sie an der Berührungsfläche einer Epidermis- mit einer Palisadenzelle in beiden Zellen gleich ist, dann wird zwischen diesen beiden Zellen das Saugkraftgefälle und somit auch die Wassertransportkraft Null. Was wir mit unserer Methode gemessen hatten, das waren natürlich nicht diese Spezialwerte an der Berührungsfläche, sondern Durchschnittswerte, die bei ungleicher Verteilung, wie leicht ersichtlich, ein anderes Resultat ergeben mußten. Eine Diskussion dieser Verhältnisse auf experimenteller Grundlage ist in Aussicht genommen.

Bei unseren zahlreichen Messungen am Efeu (Tab. I), aber auch bei den früheren Untersuchungen an der Buche, fanden wir die Saugkraft der unteren Blattepidermis stets niedriger als die der oberen. Das mag damit zusammenhängen, daß die untere Epidermis weniger stark exponiert ist als die obere, und das angrenzende Schwammparenchym schwächer assimiliert als die Palisaden. Die geringere Saugkraft der untern Epidermis dürfte der Pflanze aber auch von Vorteil sein; denn erstens hat das Schwammparenchym, das in Zeiten der Not auf die untere Epidermis angewiesen sein wird, eine weniger hohe Saugkraft als die Palisaden, und zweitens finden sich in der unteren Epidermis die Schließzellen, deren Versorgung auf diese Weise erleichtert werden muß.

Damit sind wir bei den Schließzellen angelangt, die beim Efeu nur in der unteren Epidermis sich finden. Ihre Saugkraft ist im Mittel um 3,7 Atm. höher als in der unteren Epidermis (Tab. X); bei der Buche verlief das Gefälle im gleichen Sinne, war aber etwas kleiner. Eine Differenz zu Gunsten der Schließzellen war a priori zu erwarten, da diese ja sonst kein Wasser ansaugen könnten; auffällig bleibt aber doch die Größe dieser Differenz. Während in der Regel das Saugkraftgefälle zwischen benachbarten Zellen gering ist, steigt es in der Spreite zwischen Epidermis-Mesophyll und Epidermis-Schließzellen auf mehrere Atmosphären an. In beiden Fällen handelt es sich um Differenzen zwischen assimilierenden und nicht assimilierenden Zellen, was die Entstehung der großen Unterschiede verständlicher macht. Unschwer ist auch der Nutzen einzusehen, den das hohe Gefälle den Schließzellen bieten wird; handelt es sich doch um Zellen, deren Funktionstüchtigkeit für das Leben der Pflanze von größter Wichtigkeit ist (Assimilation, Regulierung der Transpiration), deren gesicherte Wasserversorgung also ganz besonders nötig erscheint. Weniger leicht ist es, die dauernde Erhaltung des großen Gefälles Epidermis-Schließzellen plausibel zu machen. Wir begegnen denselben Schwierigkeiten wie beim Saugkraftsprung Epidermis-Mesophyll und sehen auch hier keinen anderen Ausweg als die Annahme von Saugkraftdifferenzen in der Zelle selbst.

Endlich bleibt noch zu untersuchen, ob unsere Saugkraftmessungen einen Schluß erlauben auf die Spannungsverhältnisse im Gefäßwasser. Tritt Wasser aus einer toten Leitbahn (Gefäß, Tracheide) in eine anliegende lebende Zelle, z. B. in eine Parenchymscheide, so wird es entweder von der lebenden Zelle eingesaugt oder vom Gefäß in dieselbe eingepreßt. Von der zweiten Möglichkeit sehen wir ab, da sie für gewöhnlich sicher nicht zutrifft. Ein Einsaugen in die Parenchymscheide ist natürlich nur möglich, wenn die Saugkraft der Scheidenzelle die des Gefäßwassers übertrifft. Setzen wir voraus, das Gefälle Scheide-Gefäß sei gleich dem Gefälle untere Palisade-Scheide, also 0,6 Atm., so würde für die toten Leitbahnen in unserem Efeublatt ein Kohäsionszug von 7,8 Atm. resultieren. Wir wissen aber nicht, ob diese Voraussetzung richtig ist, da wir das Gefälle Scheide-Gefäß nicht kennen, und doch hängt von ihm alles ab. Die Annahme lag ja zunächst nahe, es werde die Saugkraft des Gefäßes von derjenigen der Scheide nicht viel differieren. Nachdem wir aber mit unserer Methode — die nur Durchschnittswerte gibt — zwischen benachbarten Zellen bleibende Unterschiede von 0 bis 9 Atm. gefunden haben, glauben wir zur Zeit über das Gefälle Scheide-Gefäß nichts Sicheres aussagen zu können. Von Untersuchungen über die Ver-

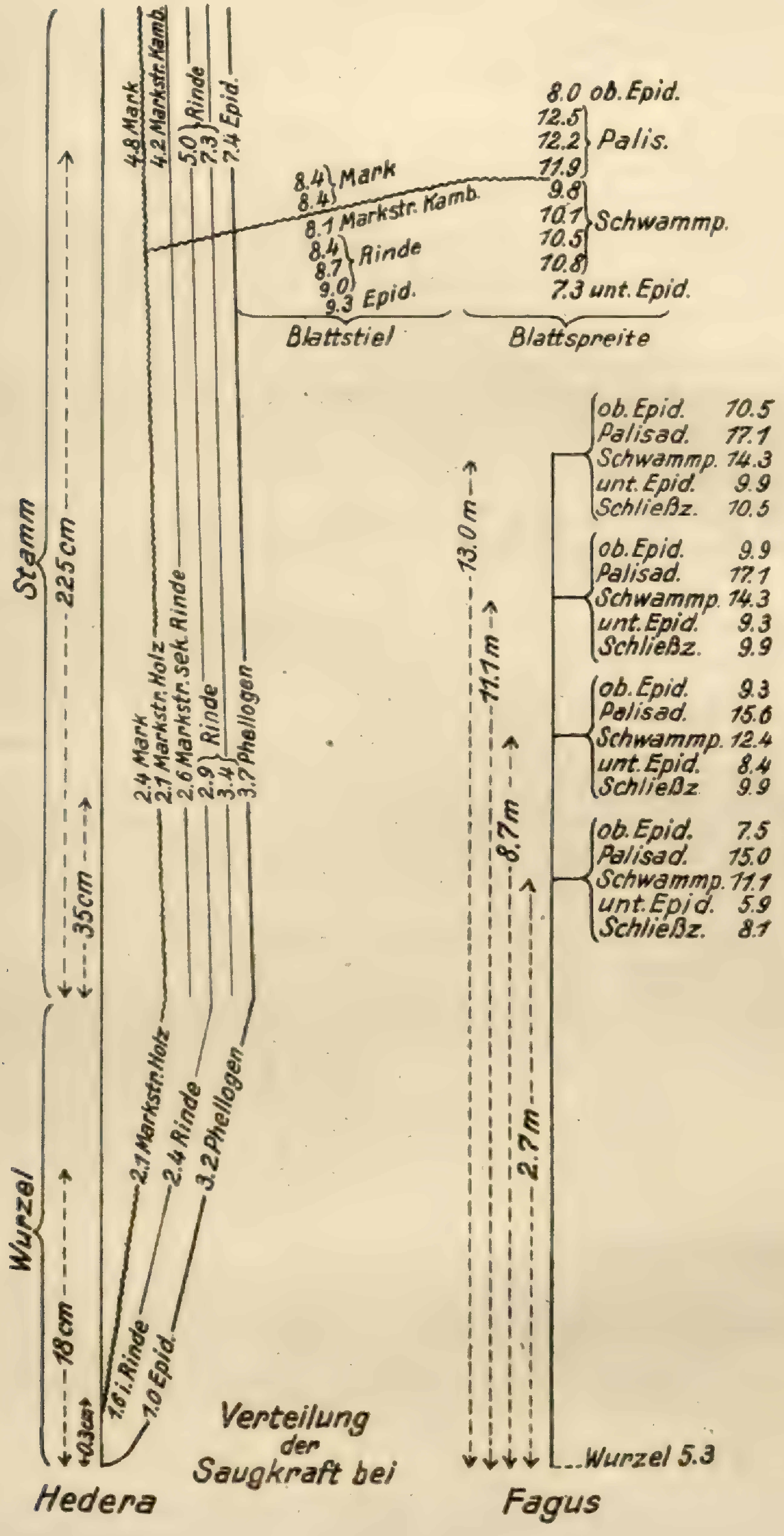

Stamm
225 cm
35 cm
Wurzel
18 cm
0.3 cm
4.8 Mark
4.2 Markstr. Kamb.
5.0
7.3
Rinde
7.4 Epid.
8.4
8.4
Mark
8.1 Markstr. Kamb.
8.4
8.7
Rinde
9.0
9.3 Epid.
Blattstiel
8.0 ob. Epid.
12.5
12.2
11.9
Palis.
9.8
10.1
10.5
10.8
Schwammp.
7.3 unt. Epid.
Blattspreite
2.4 Mark
2.1 Markstr. Holz
2.6 Markstr. sek. Rinde
2.9
3.4
Rinde
3.7 Phellogen
2.1 Markstr. Holz
2.4 Rinde
3.2 Phellogen
1.6 i. Rinde
1.0 Epid.
Verteilung der Saugkraft bei
Hedera
13.0 m
11.1 m
8.7 m
2.7 m
ob. Epid. 10.5
Palisad. 17.1
Schwammp. 14.3
unt. Epid. 9.9
Schließz. 10.5
ob. Epid. 9.9
Palisad. 17.1
Schwammp. 14.3
unt. Epid. 9.3
Schließz. 9.9
ob. Epid. 9.3
Palisad. 15.6
Schwammp. 12.4
unt. Epid. 8.4
Schließz 9.9
ob. Epid. 7.5
Palisad. 15.0
Schwammp. 11.1
unt. Epid. 5.9
Schließz. 8.1
Wurzel 5.3
Fagus

Abb. 1. Abb. 2.

teilung der Saugkraft in einer Scheidenzelle ist hier weiterer Aufschluß zu erwarten.

Zum Schluß sei noch auf die Übersicht über die Verteilung der Saugkraft in Abb. 1 und Abb. 2 verwiesen. Abb. 1 zeigt, daß die Saugkraft in jedem Gewebe mit der Entfernung von der Absorptionszone der Wurzel zunimmt und daß sie auf dem Querschnitt durch ein Organ mit der Entfernung vom wasserleitenden Hadrom ansteigt. Ausnahmen von der zweiten Regel fanden wir nur in der Absorptionszone der Wurzel, wo das Gefälle, wie leicht verständlich, in umgekehrtem Sinne verläuft, und in der Epidermis der Blattspreite. Wenn — was weitere Untersuchungen zeigen müssen — die auffallend niedrige Saugkraft der Spreitenepidermis eine besonders weitgehende Ausnutzung ihres Wassergehaltes ermöglicht, erscheint die Wasserversorgung des Mesophylls in Zeiten der Not besonders begünstigt (tracheales und epidermales Wassergewebe WESTERMAIERs), was mit seiner besonderen Inanspruchnahme durch Assimilation und Transpiration gut harmonieren würde.

Abb. 2 läßt, nach Messungen an einer Buche, den Einfluß der Insertionshöhe auf die Saugkraft der Blattspreite erkennen. Die Zunahme der Saugkraft mit der Höhe ist aus der zunehmenden Schwierigkeit des Wassernachschubes und aus der zunehmenden Begünstigung der Verdunstungsbedingungen leicht verständlich.

71. Fritz Schanz: Einfluß des Lichtes auf die Gestaltung der Vegetation.

(Mit 7 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 10. Dezember 1918.)[1])

Zu den Versuchen über die Wirkung des Lichtes auf die Pflanzen wurde ich veranlaßt durch meine Arbeiten über die Wirkung des Lichtes auf die lebende Substanz, die in PFLÜGERs Archiv für Physiologie, Bd. 161, publiziert sind. Meine Untersuchungen über die Wirkungen des Lichtes auf die Kristallinse des Auges hatten mir gezeigt, daß das Linseneiweiß im Laufe des Lebens vor allem durch das ultraviolette Licht Veränderungen erleidet, die darin bestehen, daß aus leichtlöslichen Eiweißkörpern schwerer lösliche werden. Das ist am lebenden Auge wahrzunehmen und tritt als Altersweitsichtigkeit am normalen Auge zwischen dem 40.—50. Lebensjahre in Erscheinung. Es läßt sich diese Veränderung auch experimentell am Linseneiweiß erzeugen. In gleicher Weise gelang es, diese Veränderungen an Eiereiweiß- und Serumeiweißlösungen hervorzurufen. (Lichtreaktion der Eiweißkörper, PFLÜGERs Arch. Bd. 164.) Es ist daher wahrscheinlich, daß alle Eiweißkörper durch Licht in gleichem Sinne Veränderungen erleiden. Vor allem sind es die ultravioletten Lichtstrahlen, die diese Veränderungen erzeugen. Ich vermochte aber zu zeigen (Biochemische Wirkungen des Lichtes, PFLÜGERs Arch. Bd. 170), daß auch sichtbare Strahlen solche Eiweißlösungen zu verändern vermögen; nämlich dann, wenn sie mit gewissen Farbstoffen innige Verbindungen bilden. Solche Farbstoffeiweiße absorbieren außer den Strahlen, die das Eiweiß an sich schon absorbiert, noch von den sichtbaren Strahlen diejenigen, die zu ihrer Farbe komplementär sind. Die Eiweißkörper werden also durch diese Farbstoffe sensibilisiert für Licht, das sonst nicht auf sie einwirkt. Man nennt solche Farbstoffe in der Photographie Sensibilisatoren. Diese Bezeichnung ist auch hier zutreffend. Außer den Farbstoffen gibt es aber auch noch ungefärbte Stoffe, die die Lichtreaktion der Eiweißkörper in gleicher Weise beeinflussen. Es sind dies Stoffe, die im Ultraviolett besonders intensiv das Licht absorbieren. Ihr Absorptionsbereich fällt mit dem der Eiweißlösungen zusammen. Von einer Sensibilisation kann man in solchen Fällen nicht sprechen. Man wird sie als Katalysatoren bezeichnen.

---

[1] Vorgetragen in der Dresdener Sektion der D. bot. Gesellschaft am 2. Dez. 1918.

Ich habe in meiner Arbeit „Licht und Leben“ (V. GRÄFEs Arch. f. Ophth. Bd. 96) gezeigt, daß bei zahlreichen biologischen Vorgängen die hier geschilderten Wirkungen des Lichtes zu erkennen sind. In meinem Beruf als Arzt hatte ich den Einwirkungen des Lichtes auf den Menschen das Hauptinteresse zugewandt. Bei den Pflanzen sehen wir viel augenfälligere Wirkungen des Lichtes als bei Mensch und Tier. Am augenfälligsten ist sie bei dem Assimilationsprozeß. TIMIRIAZEFF und ENGELMANN¹) hatten angenommen, daß das Chlorophyll auf das farblose Stroma des Chlorophyllkorns als Sensibilisator wirkt. Da es ihnen aber nicht möglich war, den Nachweis zu erbringen, daß das Stroma an sich lichtempfindlich ist, so wurde ihnen von JOST und HAUSMANN²) widersprochen. Meine Untersuchungen haben ergeben, daß das Eiweiß lichtempfindlich ist. Wir sind daher auch berechtigt, von dem Stroma des Chlorophyllkornes dasselbe anzunehmen. Die Ansicht von TIMIRIAZEFF und ENGELMANN besteht daher zu Recht. Das Stroma des Chlorophyllkornes ist lichtempfindlich und durch das Chlorophyll wird es für Strahlen sensibilisiert, für welche es an sich nicht empfindlich ist.

Um mir in die biologischen Wirkungen des Lichtes auf die Pflanzen Einblick zu verschaffen, hatte ich vor einer Reihe von Jahren schon angefangen, pflanzenphysiologische Untersuchungen auszuführen. Sie sind abgebrochen worden, weil mir der Krieg bei ausgedehnter Praxis keine Zeit dazu ließ. Nur einen Versuch habe ich mitgeteilt, der mir abgeschlossen erschien. Ich hatte, um die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf die Pflanze zu prüfen, Pflanzen durch Gläser das ultraviolette Licht entzogen. Dabei zeigte sich, daß sich die Gestaltung der Pflanzen änderte. Die Pflanzen wurden größer, ihre Stengelglieder länger, ihre Blätter länger, schmäler und dünner als bei den gleichen Pflanzen, die in freier Natur gewachsen waren. Der Versuch blieb mehrere Jahre unveröffentlicht liegen, weil ich keine Erscheinungen in der Natur fand, die sich aus jenem Befund erklären ließen. Die Erklärung fand ich erst vor zwei Jahren, als ich am Fuße eines

---

1) Farbe und Assimilation. Bot. Zeitung 1883, 20.

2) Die photodynamische Wirkung des Chlorophylls und ihre Beziehung zur photosynthetischen Assimilation der Pflanze. Biochem. Zeitschrift Bd. XII. S. 330.

Denkmals im Isergebirge Edelweißpflanzen sah, die in allem den Pflanzen glichen, denen ich das ultraviolette Licht entzogen hatte. Die Ähnlichkeit dieser Edelweiße mit meinen Versuchspflanzen war so, daß mir ein einziger Blick die Erklärung für meine einige Jahre zurückliegenden Versuche gab. Den Edelweißpflanzen war durch die Verpflanzung vom Hochgebirge in das Mittelgebirge ein Teil des ultravioletten Lichtes entzogen worden, das hatte, wie in meinem Versuch, die Gestaltsveränderung dieser Pflanzen bedingt. Ich war so überzeugt von der Richtigkeit meiner Anschauung, daß ich in meinem Vortrag „Licht und Leben"[1]) in der naturwissenschaftlichen Gesellschaft „Isis" in Dresden diese Deutung meines Versuches öffentlich aussprach und dahin verallgemeinerte: „Das ultraviolette Licht beeinflußt die Gestaltung der Pflanze. Der kurze, gedrungene Wuchs im Hochgebirge ist vor allem bedingt durch den Reichtum des Tageslichtes an ultravioletten Strahlen. Daß andere Einflüsse, wie Temperatur, Feuchtigkeit, Luftbewegung mitwirken, steht außer Zweifel, doch ist meiner Ansicht nach das ultraviolette Licht dabei ein so mächtiger Faktor, daß er die anderen an Bedeutung weit übertrifft." Diese Ansicht schien mir mit der in der Botanik geltenden Anschauung über den retardierenden Einfluß des Lichtes auf das Streckungswachstum der Pflanze im Einklange zu stehen. Und doch stieß ich damit auf den lebhaftesten Widerspruch eines botanischen Fachmannes. Ich sah mich daher veranlaßt, diese Versuche in dem Artikel „Wirkungen des Lichtes auf die Pflanze" (Biologisches Centralblatt, Bd. 38, Nr. 7) ausführlicher zu besprechen.

In jenem Artikel hatte ich aus der Ähnlichkeit der Veränderungen an meinen Versuchspflanzen und den Edelweißpflanzen am Fuße jenes Denkmals im Isergebirge auf die gleiche Ursache dieser Veränderungen geschlossen. Es lag mir nun daran, den strikteren Nachweis durch den Versuch zu erbringen. Es galt zu zeigen, daß das Edelweiß durch Entziehen des ultravioletten Lichtes tatsächlich in der angegebenen Weise verändert wird.

Ich wählte zu diesen Versuchen den Versuchsgarten in Schellerhau, der zur Forstakademie Tharandt gehört. Herr Prof. NEGER von der Forstakademie Tharandt hat in jeder Weise meine Versuche gefördert. Der Garten liegt 760 m über N. N. im Erzgebirge. Es wurde dort ein Kasten für drei Treibbeete aufgestellt. Von den Beeten war das 1. unbedeckt, das 2. war bedeckt mit einem Fenster aus gewöhnlichem, farblosem Glas, das 3. mit einem

---

1) L. c.

Fenster aus dem von mir angegebenen Euphosglas. Im 1. Beete wirkte auf die Pflanzen das volle Tageslicht. Das Spektrum desselben reicht bei uns in Intensitäten, die für biologische Wirkungen in Frage kommen, bis etwa λ 300 $\mu\mu$. Spektrum 1 in Fig. 1 ist ein auf einer für rot sensibilisierten Platte im Juni mit einem Quarzspektrographen in Dresden aufgenommenes Spektrum des Sonnenlichtes. Fast die Hälfte dieses Spektrums ist erzeugt von Strahlen, die das Auge nicht wahrzunehmen vermag. Doch ist dabei zu bedenken, daß es sich um ein prismatisches Spektrum handelt, bei dem mit abnehmender Wellenlänge die Dispersion zunimmt. Im 2. Beet wirkte Licht, dem durch das farblose Glas ein Teil des Ultraviolett entzogen war. Die farblosen Gläser fangen etwa bei λ 360 $\mu\mu$ an stärker zu absorbieren und absorbieren je nach Dicke und Qualität vollständig von λ 320—300 $\mu\mu$ (Abb. 1, Spektrum 2). Das von mir angegebene Euphosglas fängt in Blau an zu absorbieren und absorbiert von λ 400 $\mu\mu$ an alles Ultraviolett (Abb. 1, Spektrum 3).

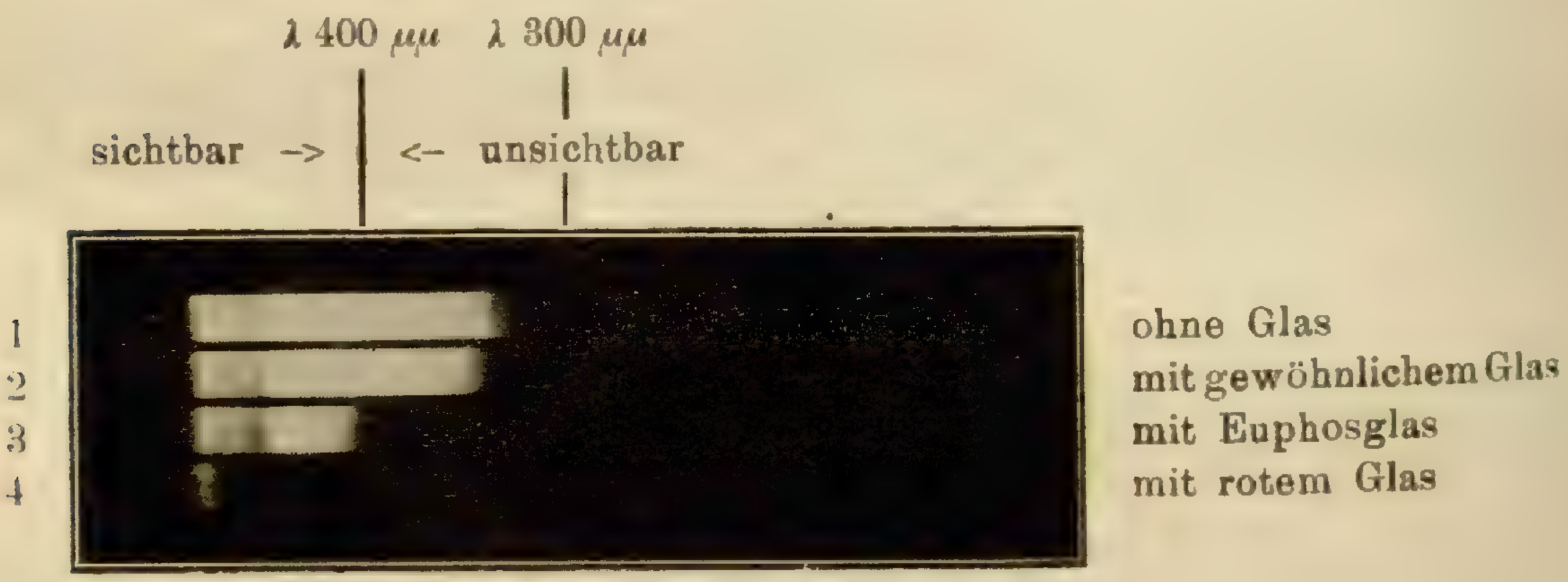


Abb. 1. Spektren des Sonnenlichts.

In den drei Beeten wirkte also verschieden zusammengesetztes Licht auf die Pflanzen. In den Wandungen der Beete waren Ventilationsöffnungen, um eine stärkere Erwärmung der mit Glas bedeckten Beete zu vermeiden. Gleiche Temperatur mit dem unbedeckten Beet ließ sich nicht herstellen. Zwischen den beiden mit Glas bedeckten Beeten zeigte das Thermometer keinen Temperaturunterschied. Die Pflanzen wurden gleichmäßig begossen und an Regentagen die in den bedeckten Beeten etwa entsprechend der im unbedeckten gefallenen Regenmenge.

Als Versuchspflanzen hatte ich in erster Linie Edelweiß gewählt. In jedes Beet kamen etwa zwei gleichgroße Edelweiß-Stöcke aus dem Forstgarten in Tharandt. Außerdem wurden in sechs Kästen je fünf kleine Edelweißpflanzen aus dem Versuchsgarten Schellerbau gepflanzt. In jedes Beet wurden zwei solche Kästen eingestellt. Abb. 2 zeigt aus jedem Beet einen Kasten mit diesen Pflanzen zur Zeit der Blüte. Im ersten Beet, in dem das volle Tageslicht einwirkte, zeigten die Pflanzen die normale Form wie im Stock, dem sie entnommen waren. In dem zweiten Beet unter gewöhnlichem Glas waren die Blätter länger und schmäler, der Blütenstil länger und dünner, die Blüte selbst kleiner, und in dem dritten Beet unter Euphosglas waren diese Veränderungen in noch höherem Maße ausgesprochen. Auch die Blütezeit war bei den in diesem Beet gezogenen Pflanzen kürzer. Die aus Tharandt heraus versetzten Pflanzen zeigten dieselben Veränderungen.

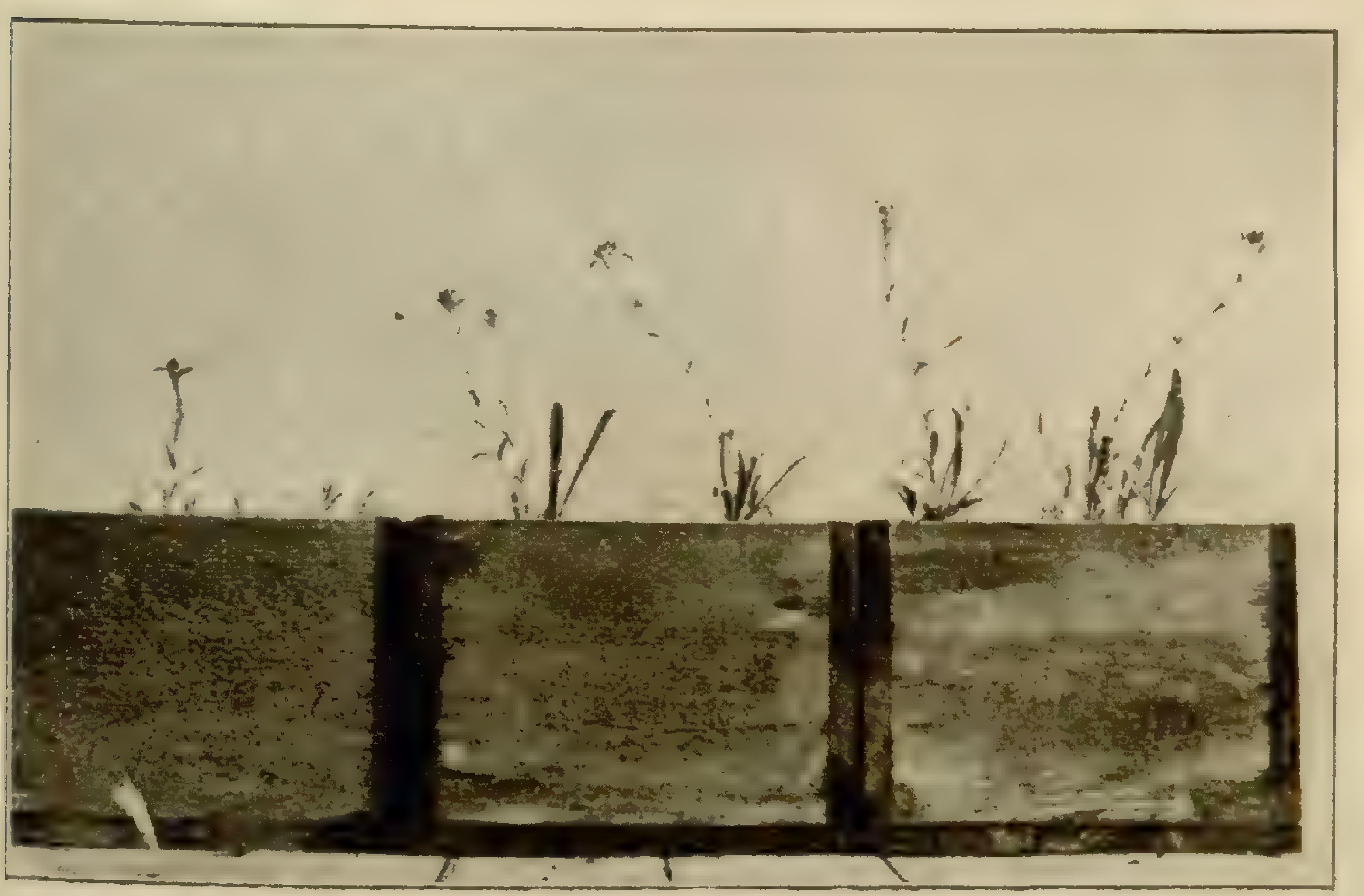


Abb. 2.

Dieser Versuch hat also meine Annahme, daß die Gestaltsveränderung, die das Edelweiß erleidet, wenn es vom Hochgebirge nach der Tiefebene versetzt wird, vor allem mit der verminderten Einwirkung des ultravioletten Lichtes zusammenhängt, bestätigt. Zwischen dem ersten und zweiten Beet bestanden außer der Veränderung des Lichtes noch Unterschiede in der Temperatur und der Luftbewegung. Zwischen dem zweiten und dritten Beet fielen diese Unterschiede weg. Nur in dem Gehalt des Lichtes an Ultraviolett war ein Unterschied vorhanden, und dieser muß für die Gestaltsunterschiede der Pflanzen, die sich in diesen beiden Beeten ausgebildet hatten, verantwortlich gemacht werden. Da in diesen beiden Beeten der Gehalt des Lichtes an Ultraviolett auf die Gestaltung der Pflanzen von Einfluß war, so muß auch angenommen werden, daß bei dem Unterschied in der Gestaltung der Pflanzen im ersten und zweiten Beet derselbe Einfluß mitgewirkt hat, denn auch hier war durch das Glas den Pflanzen im zweiten Beet erheblich ultraviolettes Licht entzogen worden. Zu dem Versuch wurden als Versuchspflanzen noch verwandt: Roggen, Hafer und Gerste. Bei allen drei Getreidearten fanden sich dieselben Veränderungen. Als die Keimblätter des Roggens in dem unbedeckten Beet 15 cm lang waren, waren sie in dem mit gewöhnlichem Glas bedeckten im Durchschnitt 20 cm und in dem mit Euphosglas bedeckten 30 cm lang. Die letzteren waren schmäler, sie hatten wenig Halt, sie sanken um. Als sich der Halm bildete, richteten sie sich wieder auf. Der Halm war dünner als bei den Pflanzen in den zwei anderen Beeten.

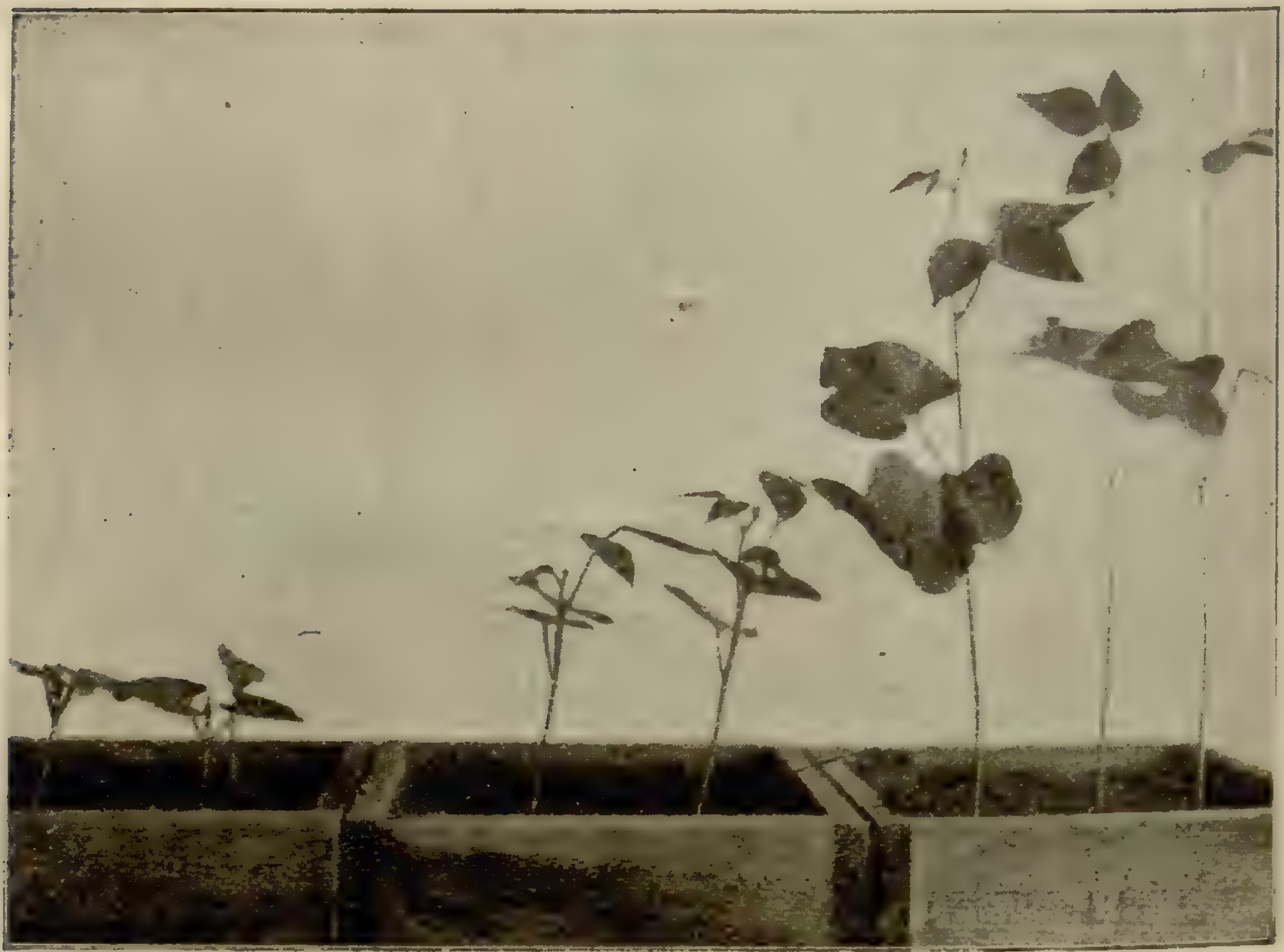


Abb. 3.

Als Versuchspflanzen wurden noch Bohnen, Kartoffeln, Astern, Lobelien, Steinbrech- und Rubuspflanzen verwandt; sie zeigten alle dieselben charakteristischen Veränderungen in ihrer Gestalt.

Abb. 3 zeigt einen solchen Versuch mit Bohnen, die gleichzeitig gesät waren. Auf die Pflanzen im ersten Kasten hatte das volle Tageslicht eingewirkt. Die Pflanzen im zweiten Kasten waren unter gewöhnlichem Glas und im dritten Kasten unter Euphosglas gezogen. Die Pflanzen zeigten Unterschiede, wie sie BONNIER[1]) erzeugte, als er dieselbe Pflanze im Tiefland und in den Alpen kultivierte.

Versuche gleicher Art habe ich noch im Forstgarten Tharandt (250 m über N. N.) ausgeführt, diese habe ich aber auch noch auf rotes Licht ausgedehnt (Abb. 1, Spektrum 4).

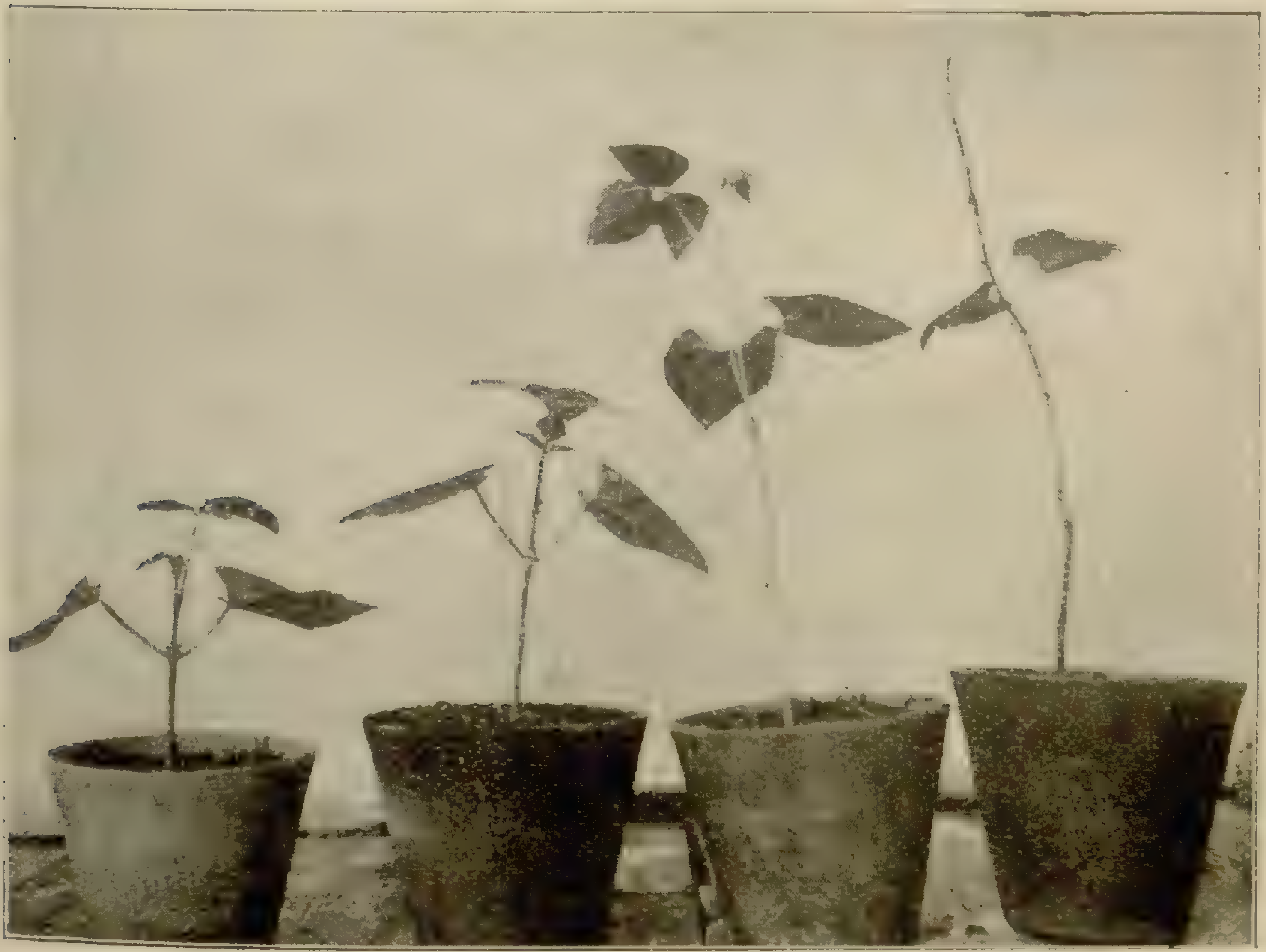


Abb. 4.

Der Versuch mit den Getreidearten wurde genau so ausgeführt wie in Schellerhau. Er führte zu demselben Resultat, nur waren die Unterschiede in Schellerhau noch ausgesprochener als in Tharandt.

Abb. 4 zeigt Bohnen, die in Tharandt unter diesen vier verschiedenen Lichtarten gleichmäßig gepflegt wurden. Man vergleiche die Bohnen in den drei ersten Töpfen mit den in Schellerhau (Abb. 3) gezogenen und wird erkennen, daß auch bei diesen

---

1) SCHIMPER, Pflanzen-Geographie, S. 744.

die Unterschiede in Schellerhau größer waren als in Tharandt. Die augenfälligsten Gehaltsveränderungen zeigten die Pflanzen im vierten Kasten unter dem roten Glas. Abb. 5 zeigt das gleiche bei Pelargonien.

Solche Versuche wurden in Tharandt noch ausgeführt mit Buschbohnen, Saubohnen, Begonien, Kresse, Heliotrop, Bitterklee. Sie haben in gleicher Weise meine Ansicht bestätigt, daß das kurzwellige Licht die Gestaltung der Pflanzen verändert. Vom kurzwelligen Ende des Spektrums her habe ich ihnen das Licht entzogen. Es muß die entgegengesetzte Wirkung eintreten, wenn man ihnen in umgekehrter Richtung Licht zuführt.

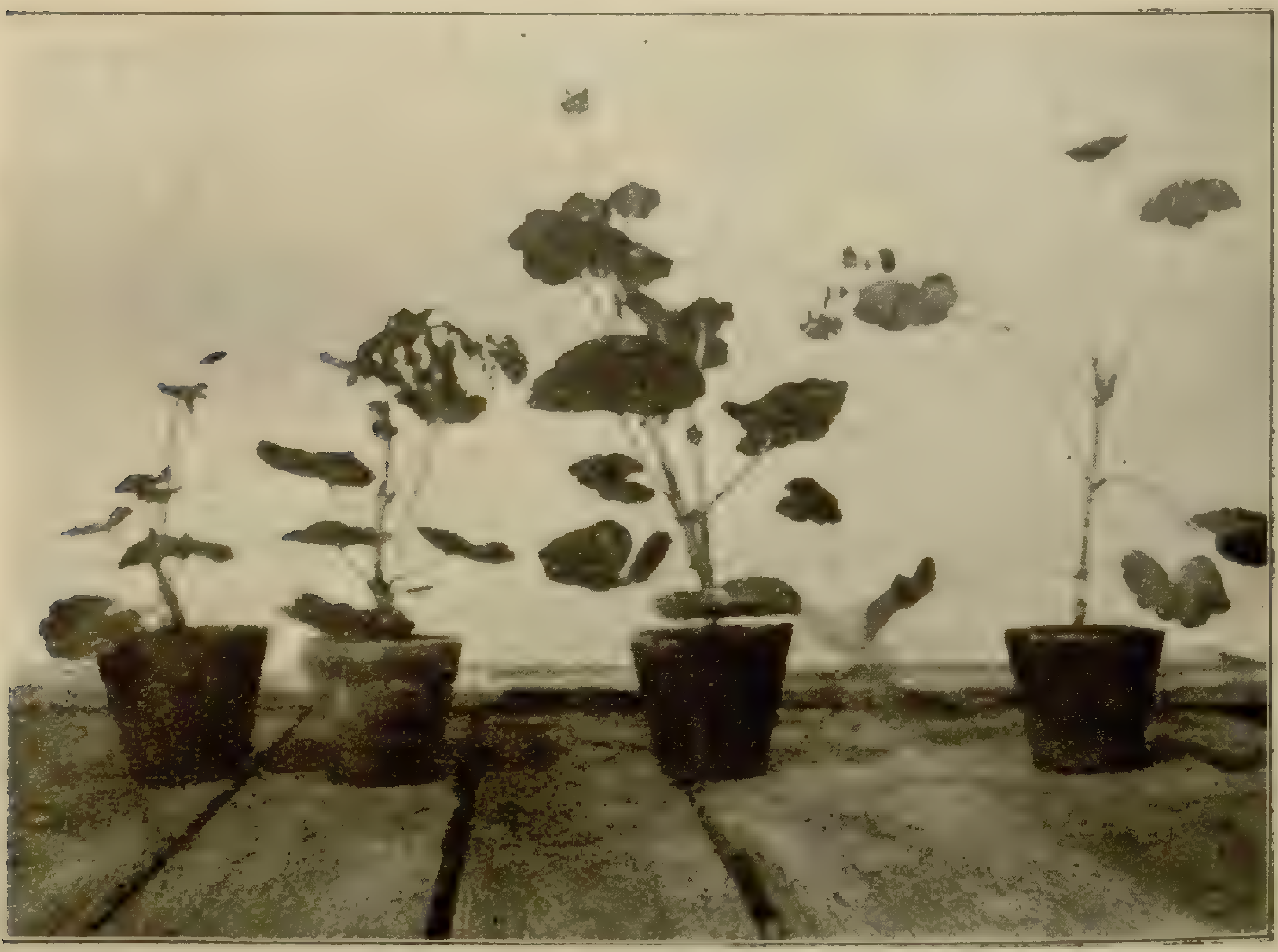


Abb. 5.

Um mir ein Urteil zu bilden über die morphologischen Veränderungen, die die Pflanzen erleiden, wenn man ihnen das kurzwellige Licht entzieht, habe ich bei einer Anzahl meiner Versuchspflanzen die Blätter mikroskopisch untersucht. Je mehr kurzwelliges Licht den Pflanzen entzogen worden war, desto dünner war der Querschnitt ihrer Blätter, die Blattrippen traten um so stärker hervor, je dünner die Pallisadenzellenschicht wurde. In der Pflanzen-Geographie von SCHIMPER finden sich auf S. 749 aus den Arbeiten von BONNIER entnommene Blattquerschnitte der selben Pflanzen aus dem Hoch- und Tiefland. Meine Versuchspflanzen zeigten dieselben Unterschiede, nur noch ausgesprochener. An den Stengeln meiner Versuchspflanzen habe ich mit der Phloroglucin- und der Anilinsulfatprobe den Verholzungsvorgang verfolgt. Die Verholzung trat später ein und war um so schwächer, je mehr ich den Pflanzen das kurzwellige Licht entzogen hatte.

Solche Versuche haben nicht nur theoretischen Wert. In der Natur sind die Pflanzen einem solchen Lichtwechsel ausgesetzt. Er liegt nur hauptsächlich im ultravioletten, nicht sichtbaren Spektralbereich. Wir wissen, wenn wir nach dem Hochgebirge kommen, daß die Intensität dieses Spektralbereiches erheblich anwächst. Ein Instrument, um diese Strahlen zuverlässig zu messen, besitzen wir nicht. Das beste ist noch unsere Haut. Wenn wir im Sommer aus der Tiefebene an die Vegetationsgrenze kommen, so können wir uns im Sonnenschein in wenig Stunden eine schwere Hautentzündung zuziehen. Der Gletscherbrand ist den Hochtouristen als Wirkung der ultravioletten Lichtstrahlen wohlbekannt. Der Reichtum an diesen Strahlen setzt dort an der Vegetationsgrenze nicht mit einem Male ein, die Strahlen wachsen, wenn wir uns ins Hochgebirge begeben, ständig an, und dort erlangen sie eine Mächtigkeit, daß sie in wenig Stunden in unserer an solche Reize nicht gewöhnten Haut heftige Entzündungen auszulösen vermögen.

Wir haben hier einen mächtigen Energiefaktor, dessen Bedeutung für biologische Prozesse meiner Überzeugung nach noch nicht richtig gewürdigt wird. Daß wir jenseits von violett noch ein Strahlungsgebiet haben, das sich vor allem durch chemische Wirkungen zu erkennen gibt, ist allgemein bekannt. Aber darüber, wie weit es reicht, wie es gegenüber dem sichtbaren Strahlungsbezirk abzugrenzen ist, welche Bedeutung ihm in biologischen Prozessen zukommt, sind unsere Kenntnisse mangelhaft. Das habe ich zuerst gesehen, als ich vor 13 Jahren anfing, mich mit der Wirkung dieser Strahlen auf das Auge zu befassen. Damals war im wesentlichen nur bekannt, daß am Auge die ultravioletten Strahlen des Tageslichtes im Hochgebirge die Schneeblindheit verursachen. Daß das Tageslicht auch in der Tiefebene noch erhebliche Mengen ultravioletten Lichtes enthält, hielt man für unbeachtlich. Ich stieß auf heftigsten Widerspruch, als ich zu zeigen versuchte, daß dieses Licht auch an der Stelle, wo es im Auge absorbiert wird, in der Augenlinse, im Laufe des Lebens Veränderungen veranlaßt. Wieweit das Brillenglas ultraviolettes Licht durchläßt, war damals auch noch unbekannt. Man nahm an, daß das ultraviolette Licht ausgiebig von einem Brillenglas absorbiert wird. Wie irrig diese Anschauung war, zeigt in Fig. 1 der Vergleich des ersten und zweiten Spektrums. In der Physik ist es heute noch üblich, daß man zur Abtrennung des Ultraviolettes sich eines gewöhnlichen Glases bedient und das, was das Glas absorbiert, rundweg als Ultraviolett bezeichnet. DORNO veröffentlichte eine Studie über Licht und Luft im Hochgebirge, gibt große, vergleichende Tafeln und Kurven über den Gehalt des Tageslichtes an Ultraviolett und weiß nicht, wo und wie das Ultraviolett vom sichtbaren Spektralbereich abzusetzen ist. Die Grenze zwischen dem sichtbaren und dem ultravioletten Strahlungsbezirk ließ sich vor kurzem praktisch nicht ziehen, es fehlte ein geeignetes Filter. Ich habe zu diesem Zweck selbst ein Glas hergestellt, das an der Grenze der Sichtbarkeit (bei λ 400 $\mu\mu$) das Spektrum abschneidet. In Abb. 1 zeigt das dritte Spektrum die Absorption dieses Glases. Vergleicht man dieses Spektrum mit dem Spektrum 1 auf derselben Figur, so wird man sich überzeugen, daß der Gehalt des Tageslichtes an ultravioletten Strahlen auch in der Ebene recht erheblich ist, und daß es sich hier sicher um einen Faktor handelt, der für biologische Vorgänge beachtlich sein muß. Wir sehen und fühlen an unserem eigenen Körper die Wirkung dieses Energiefaktors, wenn wir uns ins Hochgebirge begeben. Auch an den Pflanzen muß er sich geltend machen. Wenn wir zur Vegetationsgrenze emporsteigen, so sehen wir, wie sich die Gestaltung der Vegetation ändert. Die Pflanzen werden niedriger, gedrungener. Ich halte dies nach meinen Versuchen für eine Wirkung vor allem des ultravioletten Lichtes.

An demselben geographischen Ort haben wir periodische Schwenkungen des Tageslichtes im Verlaufe des Tages und des Jahres. Wir sehen, wie sich mit der Höhe der Sonne die Intensität des sichtbaren Anteils verändert. Der Wechsel im ultravioletten Anteil muß aber viel erheblicher sein. Ich habe mich in der botanischen Literatur umgesehen, ob dort den Schwankungen dieses Energiefaktors Beachtung geschenkt worden ist. In den Arbeiten über die Periodizität der Pflanzen, die ich eingesehen, ist dieser Faktor nicht berührt worden. Darum wollte ich es nicht unterlassen, auf diesen Punkt die Aufmerksamkeit zu lenken.

Von den Pflanzen wissen wir, daß sie in der Nacht schneller wachsen als am Tage. Beim Wachstum der Pflanze müssen wir unterscheiden zwischen dem durch stetige Kern- und Zellteilungen gekennzeichneten embryonalen Wachstum und dem Streckungswachstum, das dadurch gekennzeichnet ist, daß sich die Gewebselemente strecken. Es ist allgemein bekannt, daß das Licht einen retardierenden Einfluß auf das Streckungswachstum ausübt.

KARSTEN[1]) hat über das embryonale Wachstum und seine Tagesperiode Untersuchungen angestellt. Er fand, daß das embryonale Gewebe an den Wurzelvegetationspunkten stetig wächst, während sich das Wachstum an den Sproßvegetationspunkten dagegen periodisch erweist. Auch das embryonale Wachstum der Sprosse ist in der Nacht stärker als am Tag. Das Licht wirkt demnach bei der Pflanze auch auf die Kern- und Zellteilungsvorgänge retardierend. Wenn die Vermehrung und das Wachstum der Zelle erst eintritt, wenn die Lichtwirkung geschwunden, so zeigt dies daß die Veränderungen, die das Licht direkt erzeugt, eine gewisse Zeit gebrauchen, um Reaktionen in der Pflanzenzelle auszulösen. Es erinnert dies an die Lichtreaktion in unserer Haut. Wenn wir unsere Haut einem Lichtreiz aussetzen, der in ihr Entzündung auszulösen vermag, so treten die Reaktionserscheinungen auch nicht gleich ein. Erst nach einer Inkubationszeit von 6—8 Stunden setzen die Entzündungen ein. Wenn wir am Tage über einen Gletscher wandern, merken wir noch nichts vom Gletscherbrand, erst in der Nacht beginnt die Reaktion auf den Lichtreiz. KARSTEN

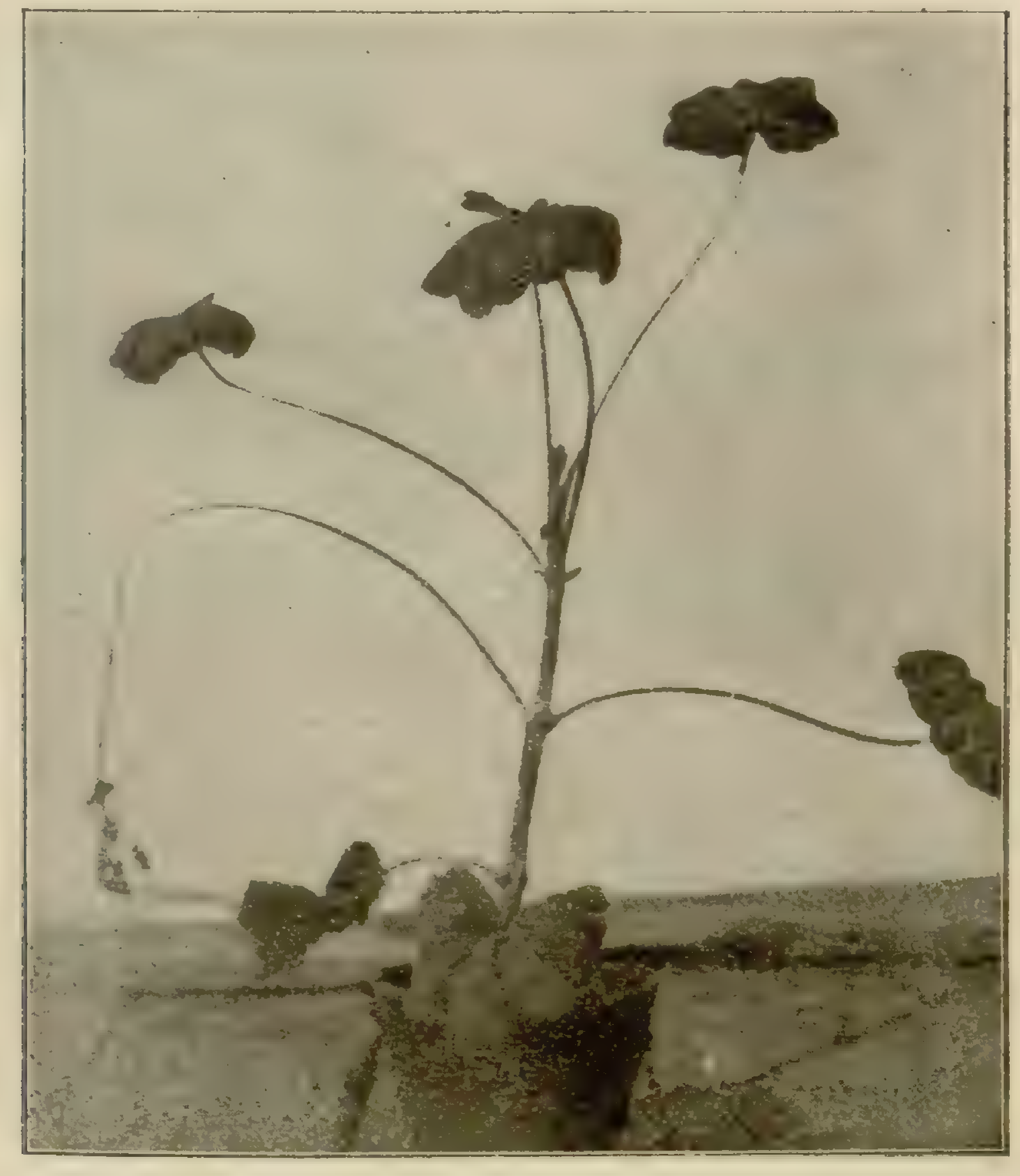


Abb. 6.

---

1) Zeitschr. f. Botanik VII, 1915, 1.

gibt keine Erklärung für diese eigentümliche Periodizität in dem embryonalen Wachstum der Pflanzen. Vielleicht ist es da nicht unangebracht, auf die Ähnlichkeit in der Wirkung des Lichtes auf das tierische Gewebe aufmerksam zu machen.

Von der Wirkung des Lichtes auf das tierische Gewebe wissen wir noch, daß es je nach seiner Wellenlänge verschieden tief in die Gewebe eindringt. Je kurzwelliger die Strahlen, desto oberflächlicher ist ihre Wirkung. Ich habe deshalb auch bei den Pflanzen nach Erscheinungen gesucht, die eine verschiedene Tiefenwirkung des Lichtes erkennen lassen. Ich sehe eine solche Wirkung in der eigentümlichen Form, die die Blätter der Pelargonie unter dem roten Glas (Abb. 6) angenommen haben. Ein in Abb. 7 abgebildetes Blatt dieser Pelargonie zeigt zwischen den Rippen Ausbuchtungen nach unten, und dann ist das Blatt vom Ansatz des Stieles nach dem Rande hin glockenartig nach unten gezogen. Diese Blattform kann nur dadurch zustande gekommen sein, daß die obere Blattschicht stärker gewachsen ist als die untere.

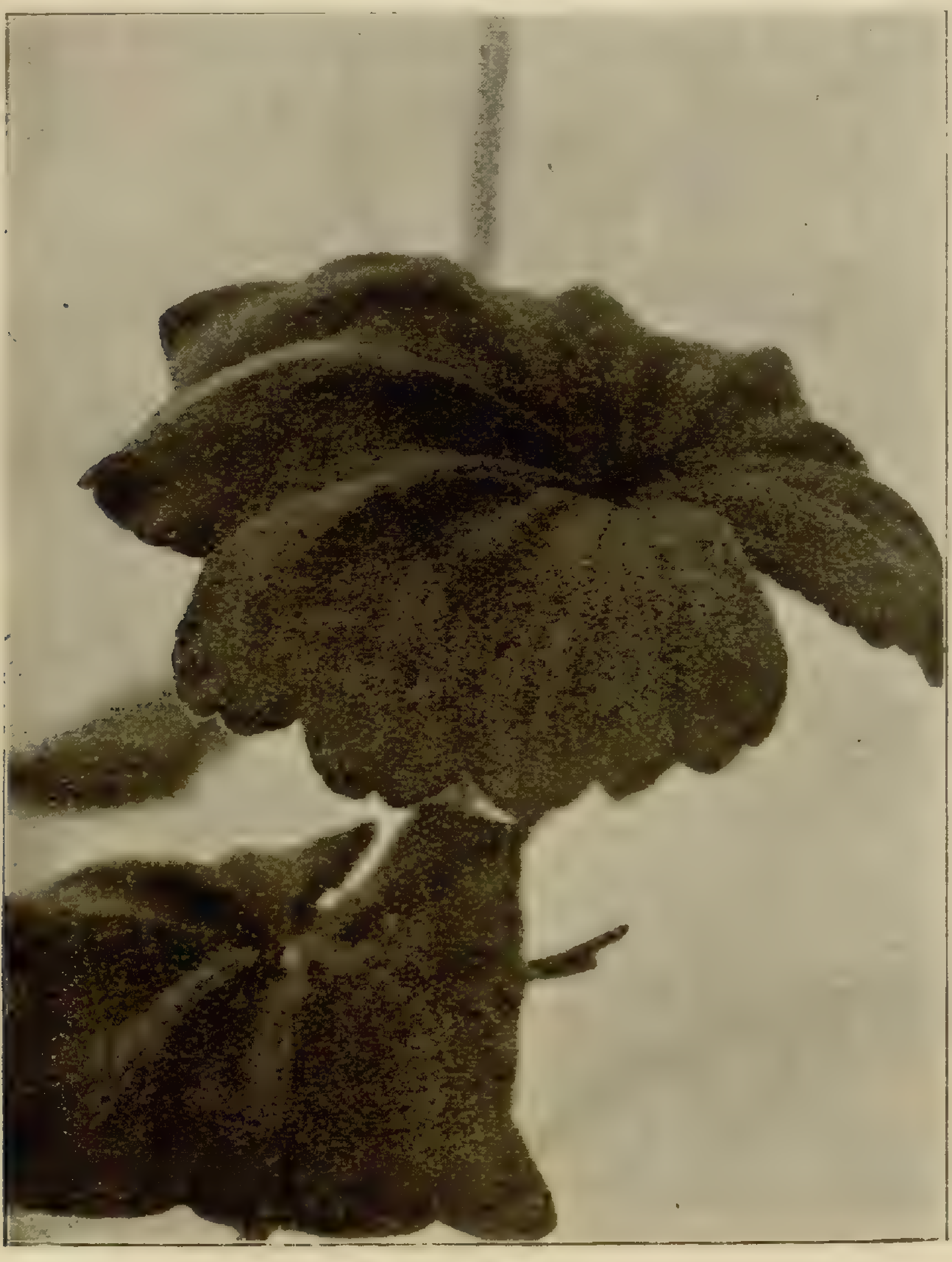


Abb. 7.

Dem Licht verschiedener Wellenlänge kommt bei Mensch und Tier eine verschiedene Tiefenwirkung zu. Sollte dies bei den Pflanzen auch zutreffen, so würde bei den unter rotem Glas gezogenen der Lichtreiz fehlen, der sonst auf die oberen Blattschichten einwirkt. Diesen Schichten fehlt demnach der Lichtreiz, der sonst das Streckungswachstum retardierend beeinflußt, während das langwelligere, rote Licht auf die tieferen Schichten diesen Einfluß ausübt. Das ungleiche Streckungswachstum der oberen und unteren Blattschicht hat, wie ich meine, die eigenartige Form dieser Blätter veranlaßt. Aber diese Blätter verraten uns auch den Prozeß, der die Gestaltsveränderungen meiner Versuchspflanzen bewirkt hat. Ich habe meinen Pflanzen von dem kurzwelligen Ende des Spektrums her das Licht entzogen. Wenn auch, wie bei Mensch und Tier, bei den Pflanzen dem Licht je nach seiner Wellenlänge eine verschiedene Tiefenwirkung zukommt, so fehlte bei dem Teil meiner Versuchspflanzen, die unter Gläsern gezogen waren, den oberflächlichen Schichten der Lichtreiz, der auf ihr Streckungswachstum sonst retardierend einwirkt. Dadurch, daß dieses Hemmnis für die oberflächlichen Zellschichten wegfällt, während es sich an den tieferen Schichten noch geltend macht, muß es zu Gestaltsveränderungen der Pflanzen kommen.

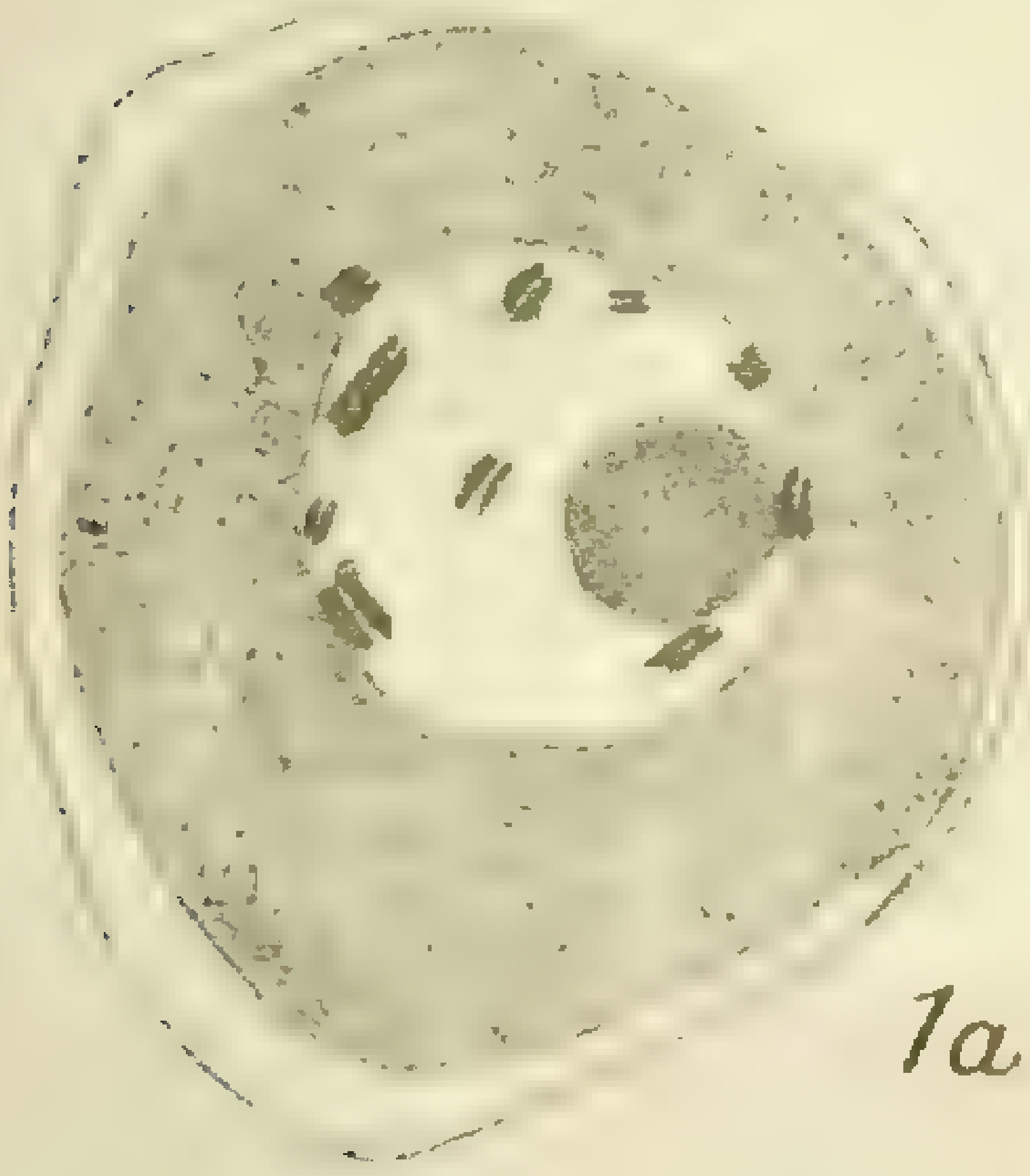
In der freien Natur spielt derselbe Prozeß. Das Edelweiß, das vom Hochgebirge nach der Tiefebene versetzt wird, verliert vor allem an dem Licht, das auf die Streckungsvorgänge in seinen oberflächlichsten Zellen von Einfluß ist. Aus dem kurzen, gedrungenen Gewächs, das wir alle bewundern, wird eine lange, aufgeschossene Pflanze, die damit ihre alpine Tracht verloren hat. Was sich am Edelweiß zeigt, gilt auch für die anderen Pflanzen. Das ultraviolette Licht beeinflußt die Gestaltung der gesamten Vegetation.

Die Erscheinungen des Heliotropismus zeigen uns ebenfalls den retardierenden Einfluß des Lichtes auf das Streckungswachstum der Pflanzen. Der Schulversuch, um den Heliotropismus zu demonstrieren, wird gewöhnlich in folgender Weise ausgeführt: Man bringt eine Pflanze in einen Kasten, der nur in einer Seitenwand eine Öffnung hat. Nur durch diese kann Licht zu der Pflanze gelangen. Die Pflanze wächst in diesem Kasten nicht senkrecht, sondern krümmt sich gegen die Öffnung der Wand, durch die sie ihr Licht erhält. Bei einer solchen Pflanze fehlt auf drei Seiten der Lichtreiz, der auf das Streckungswachstum retardierend wirkt, nur auf der Seite, wo das Licht einwirkt, macht sich dieser Reiz geltend und bewirkt die Krümmung der Pflanze. Im Freien wird den Erscheinungen des Heliotropismus derselbe Prozeß zugrunde liegen.

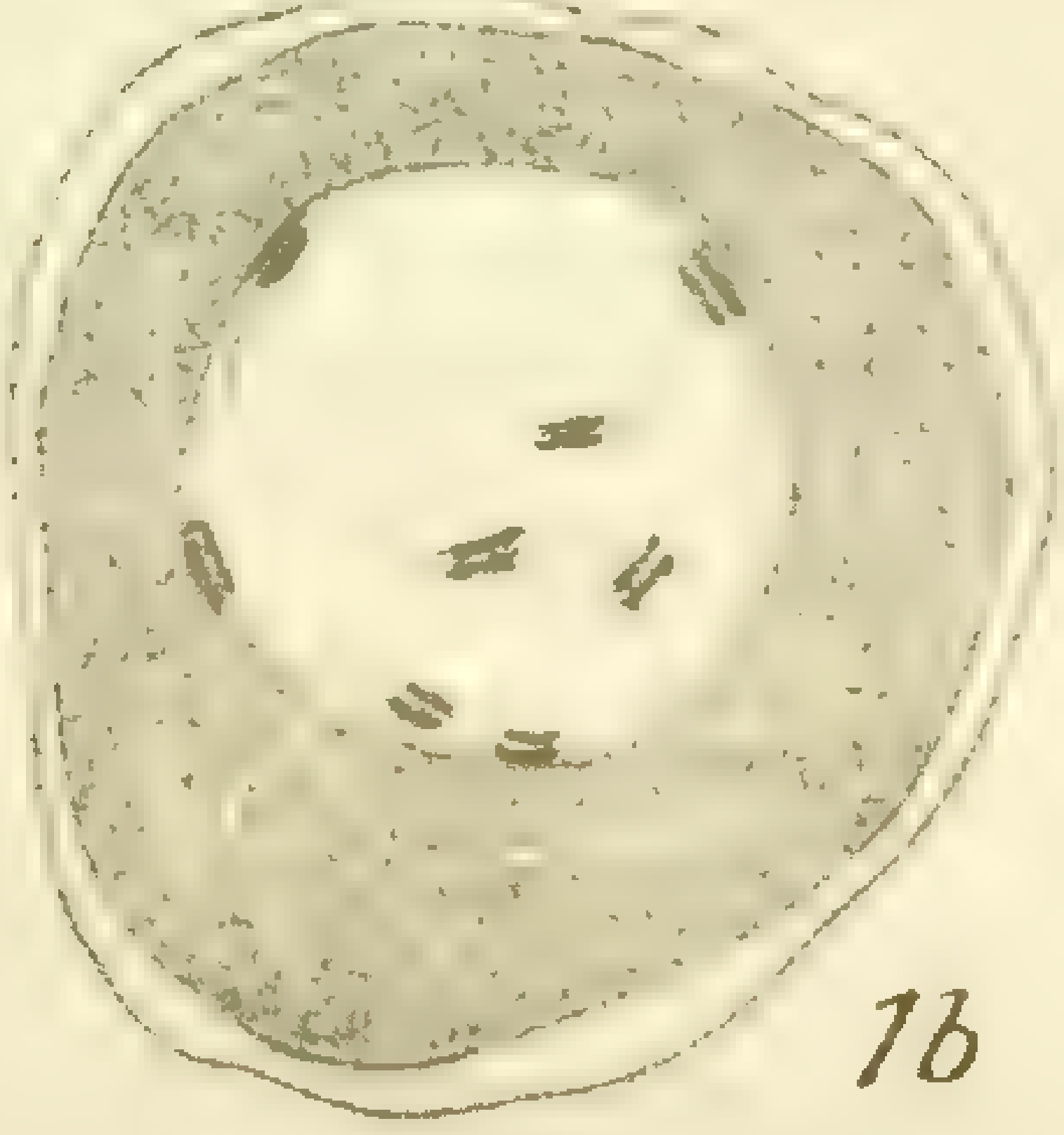
Die hier geschilderten Versuche scheinen mir auch für die Praxis wertvoll. Die Atmosphäre läßt die Strahlen der Sonne hindurchtreten und hält die Wärme am Erdboden zurück. Sie wirkt darin gleichsam wie das Fenster eines Treibbeetes. Bei diesem Vergleich hat man aber noch einen Punkt bis jetzt unberücksichtigt gelassen. Die Atmosphäre wirkt auf die Pflanzen nicht nur dadurch treibend, daß sie die Wärme am Erdboden zurückhält, sondern auch dadurch, daß sie einen Teil des ultravioletten Lichtes absorbiert. Da Glas noch mehr von diesem Licht absorbiert, so muß sich dies als Treibmittel in noch höherem Maße geltend machen. Bei einem Teil der Versuchspflanzen, denen ich das ultraviolette Licht durch das Euphosglas ganz entzogen, fand ich während der ganzen Vegetationsperiode ein erhöhtes Wachstum. Man vergleiche nur in Fig. V die dritte Pflanze mit der ersten. Solche Unterschiede fanden sich regelmäßig während der ganzen Vegetationsperiode bei den Pelargonien, Begonien, Lobelien, Bohnen, Kartoffeln. Andere zeigten dieses ausgesprochene Wachstum nur einige Zeit, dann zeigte sich ein Mißverhältnis zwischen dem Gewicht der Pflanze und der Tragfähigkeit ihres Stengels. Der Stengel gab der Belastung nach. Die Pflanze legte sich um und kümmerte.

Der Versuch lehrt, daß wir, um Pflanzen zu treiben, vielen mit Vorteil das ultraviolette Licht ganz entziehen können. Unter Euphosglas werden sie größer als in den Beeten mit gewöhnlichem, farblosem Glas. Die Pflanzen, die nur eine Zeitlang unter diesen Verhältnissen erhöhte Entwickelung zeigen, wird man, bevor sich das Mißverhältnis zwischen dem Gewicht der Pflanze und der Tragfähigkeit ihres Stengels geltend macht, mit Vorteil in das volle Tageslicht versetzen. Durch das rasche Antreiben hat sich mit der Oberfläche der Pflanze auch die Oberfläche ihres Assimilationsorgans vergrößert. Solche Pflanzen müssen bei der Assimilation denjenigen überlegen sein, bei denen die Oberfläche des Assimilationsapparates infolge der Gestaltsveränderung, die das ultraviolette Licht bedingt, klein geblieben ist.

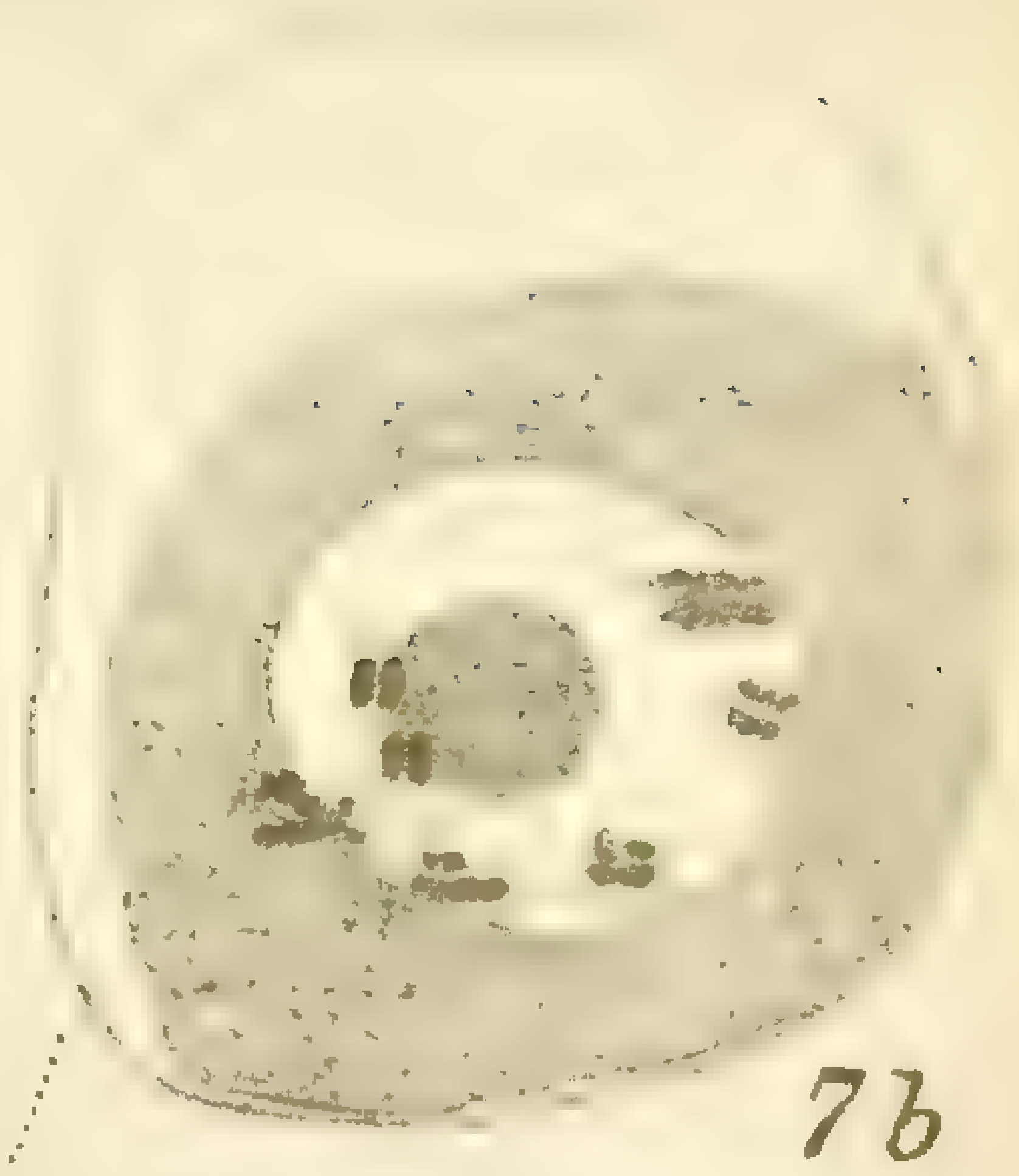
Wir leben jetzt in einer Zeit, in der es gilt, mit allen Mitteln die Produktion unserer Nahrungsmittel zu steigern. Meine Versuche haben gezeigt, wie sich mit der Gestalt der Pflanze unter dem Euphosglas ihr Assimilationsorgan vergrößert. Ich habe an verschiedenartigsten Pflanzen dieselben Unterschiede erzeugen können. Das muß sich für den Gartenbau und die Landwirtschaft ausnützen lassen dadurch, daß man in den Treibbeeten den Pflanzen noch mehr als bisher das ultraviolette Licht entzieht.



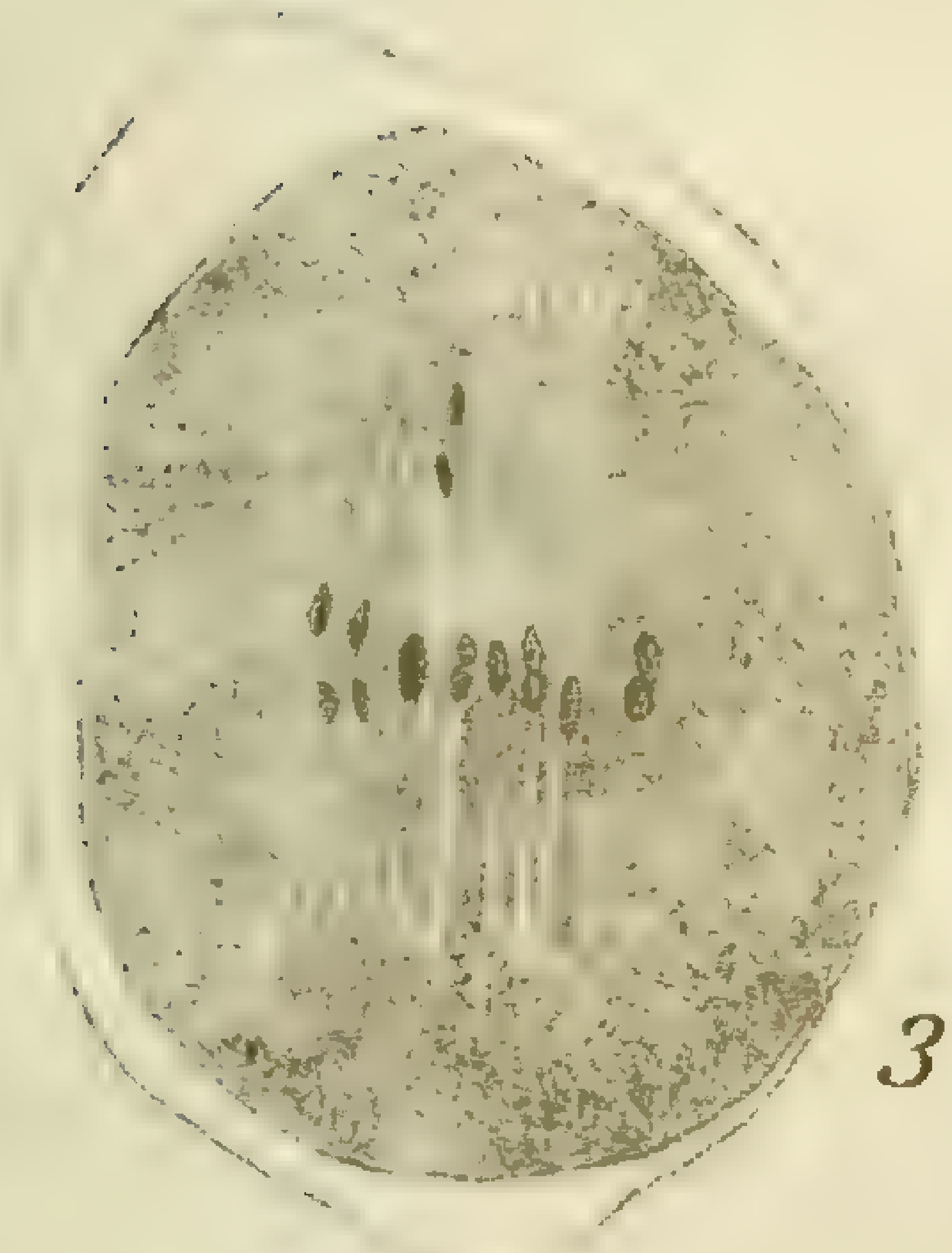
1a



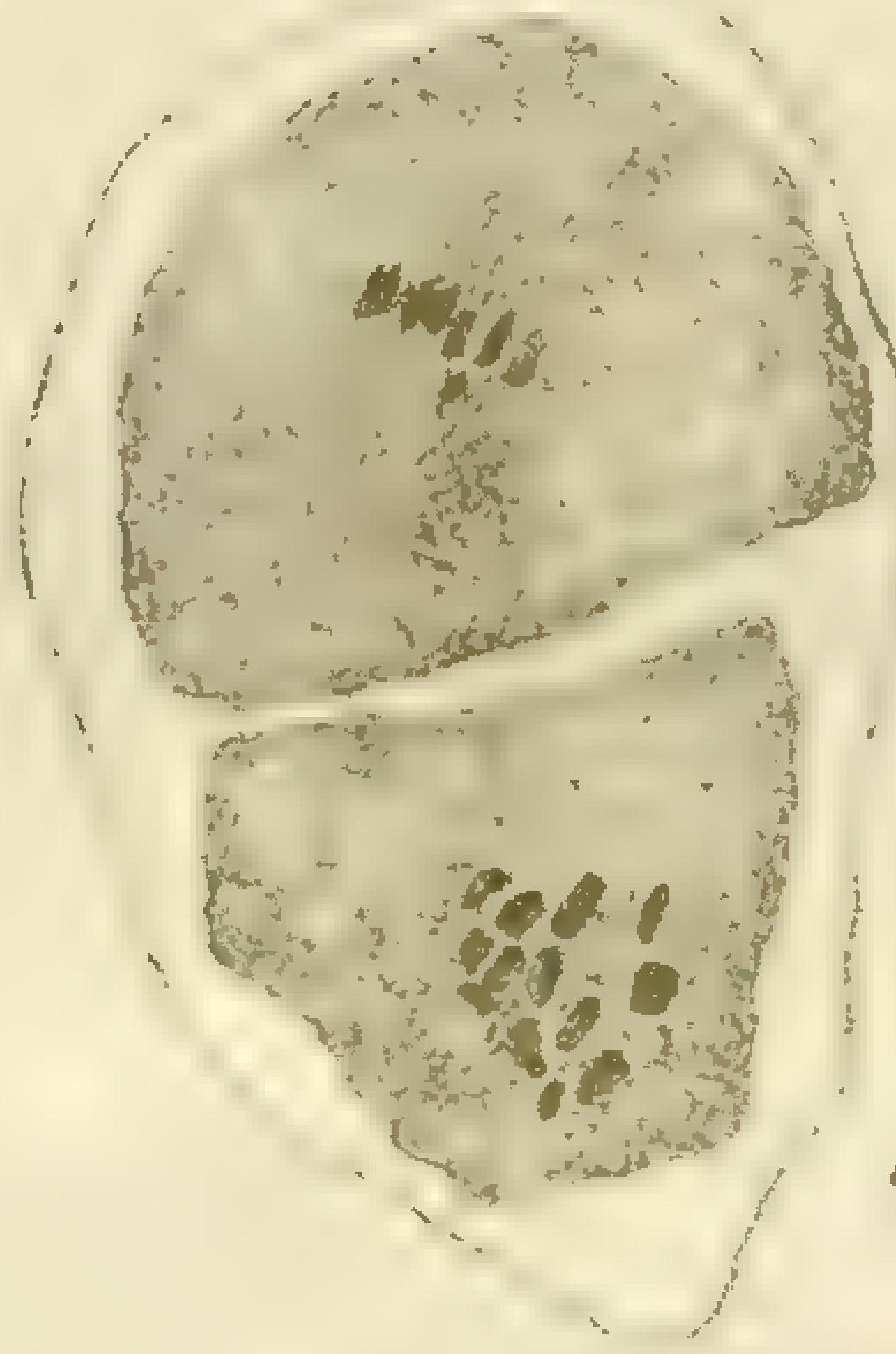
1b



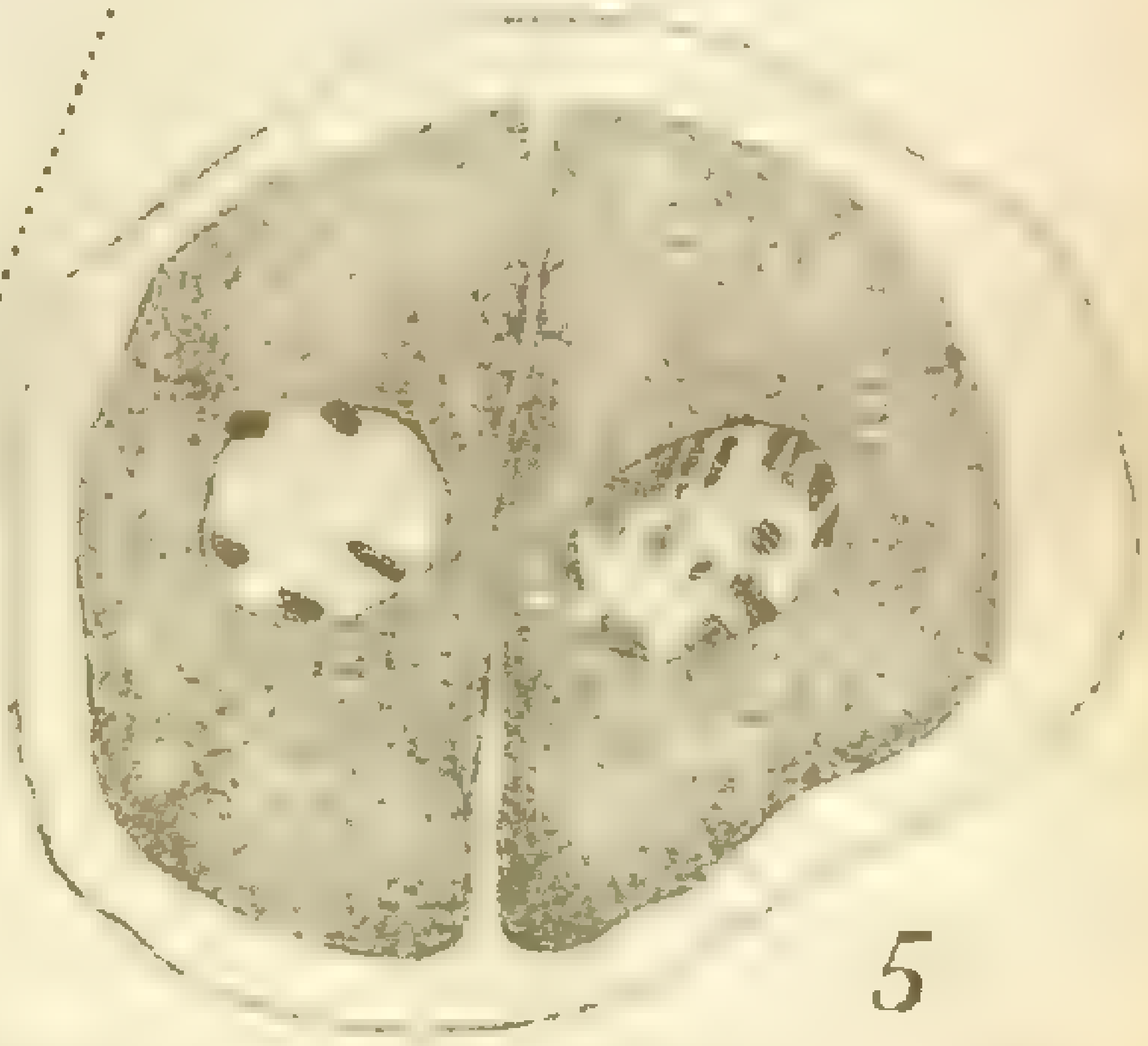
7b



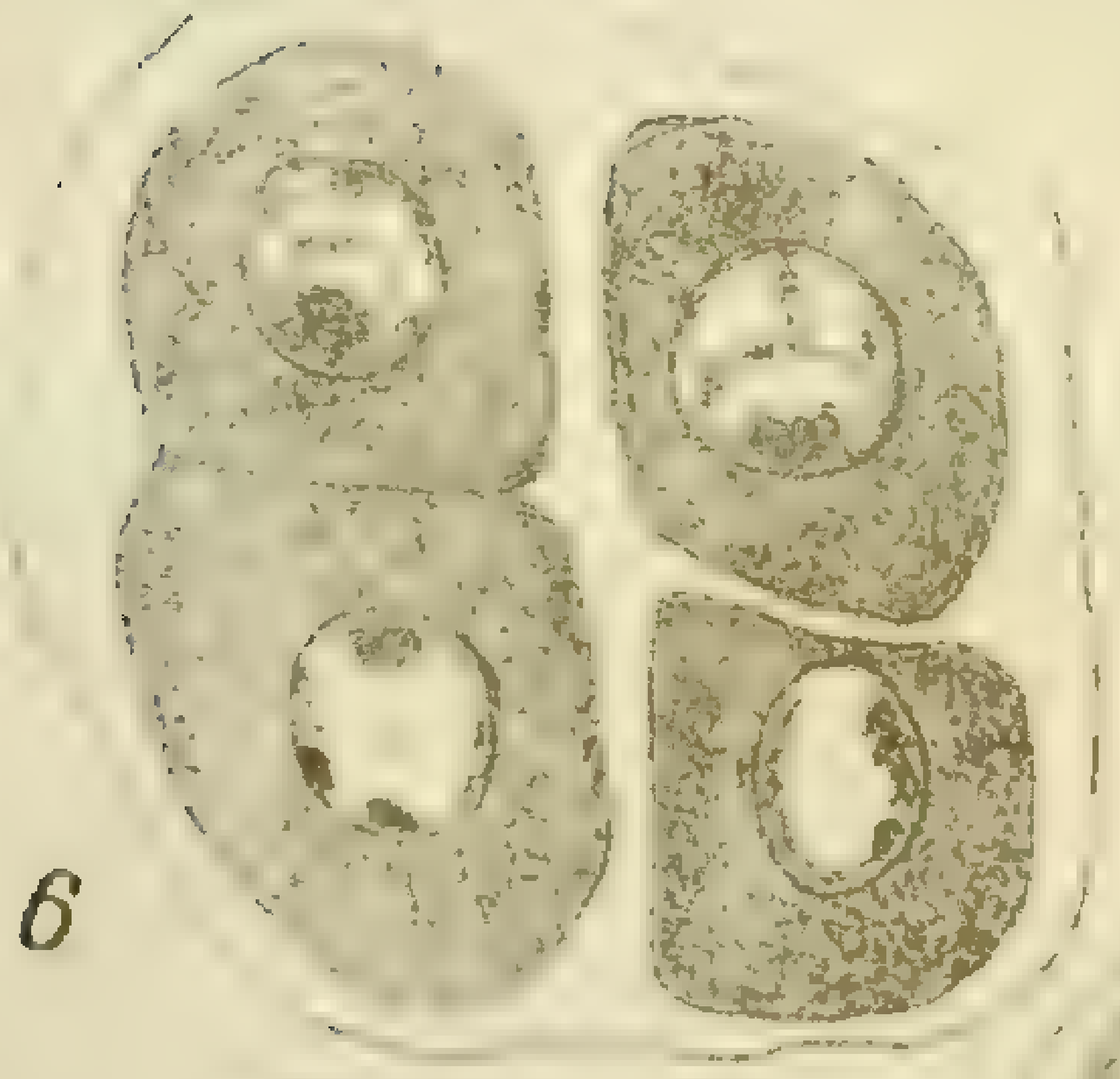
3



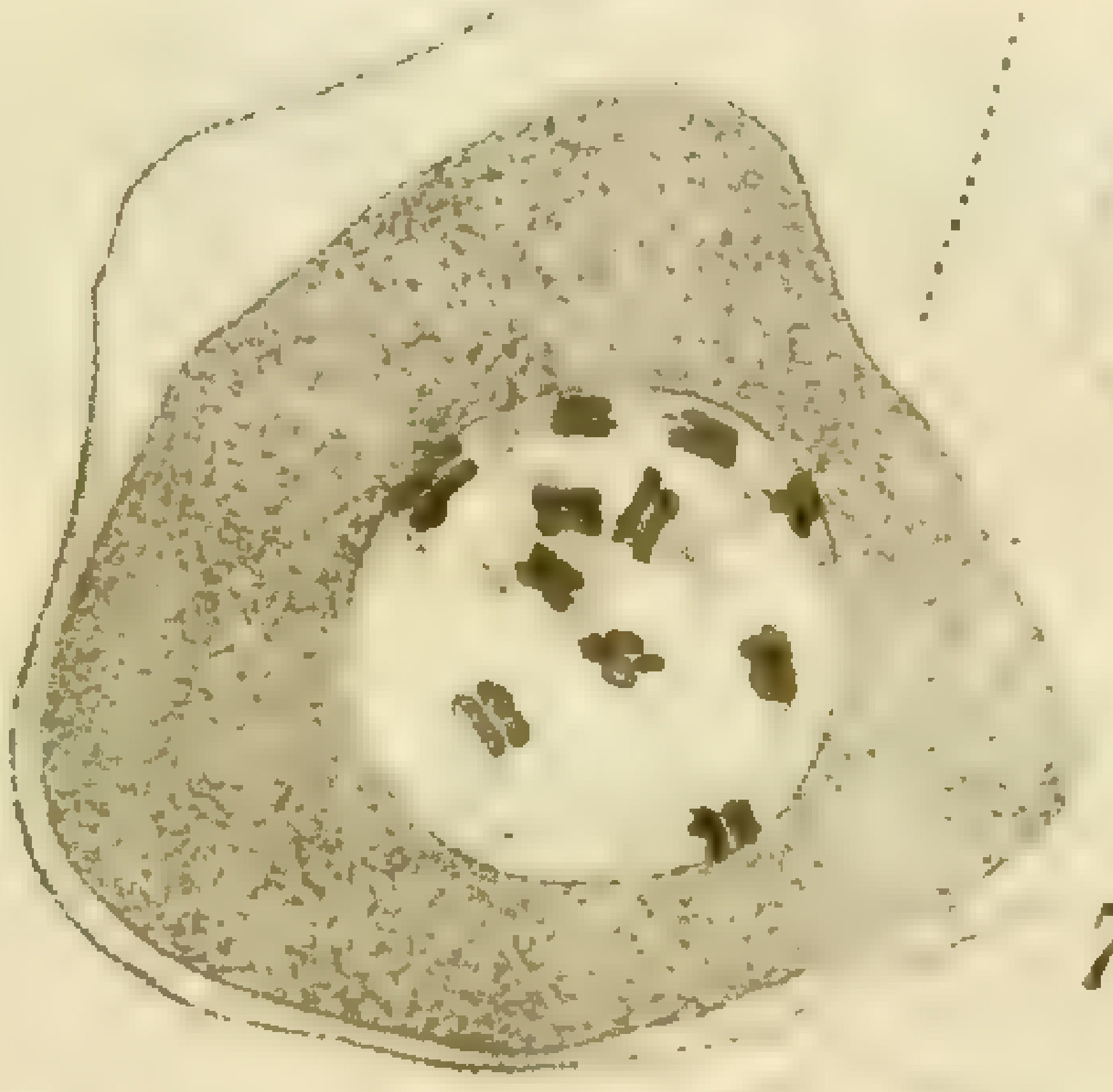
4



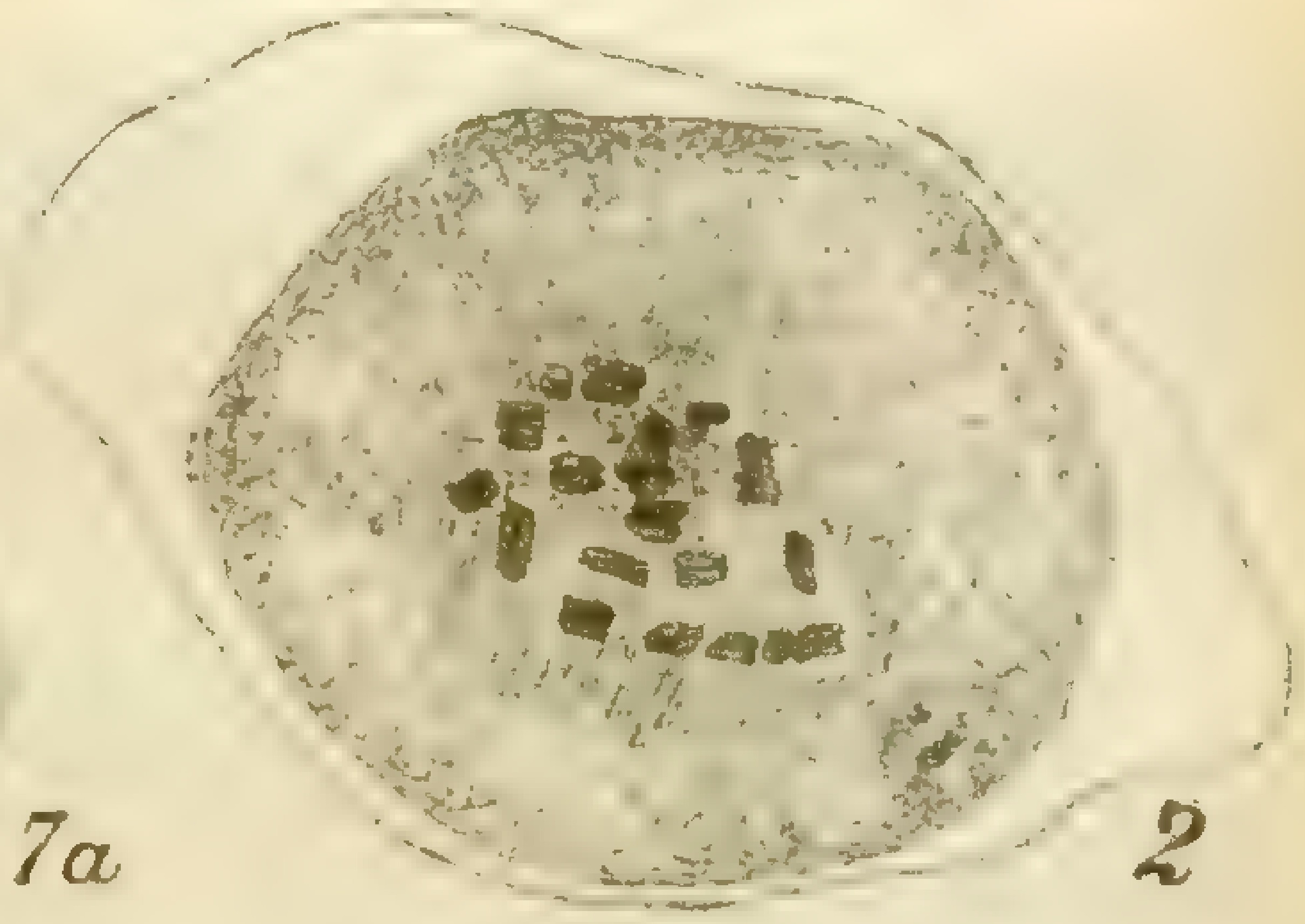
5



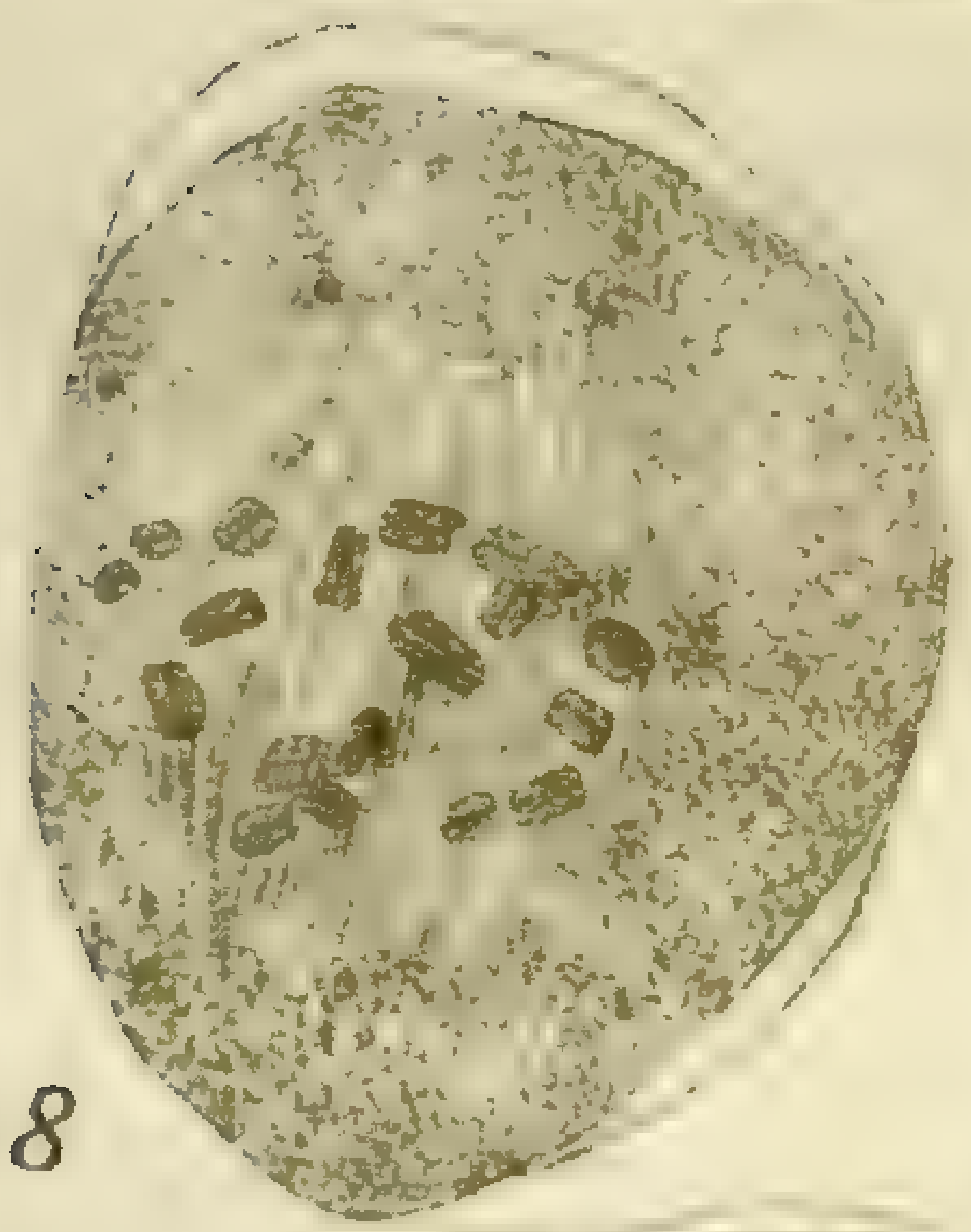
6



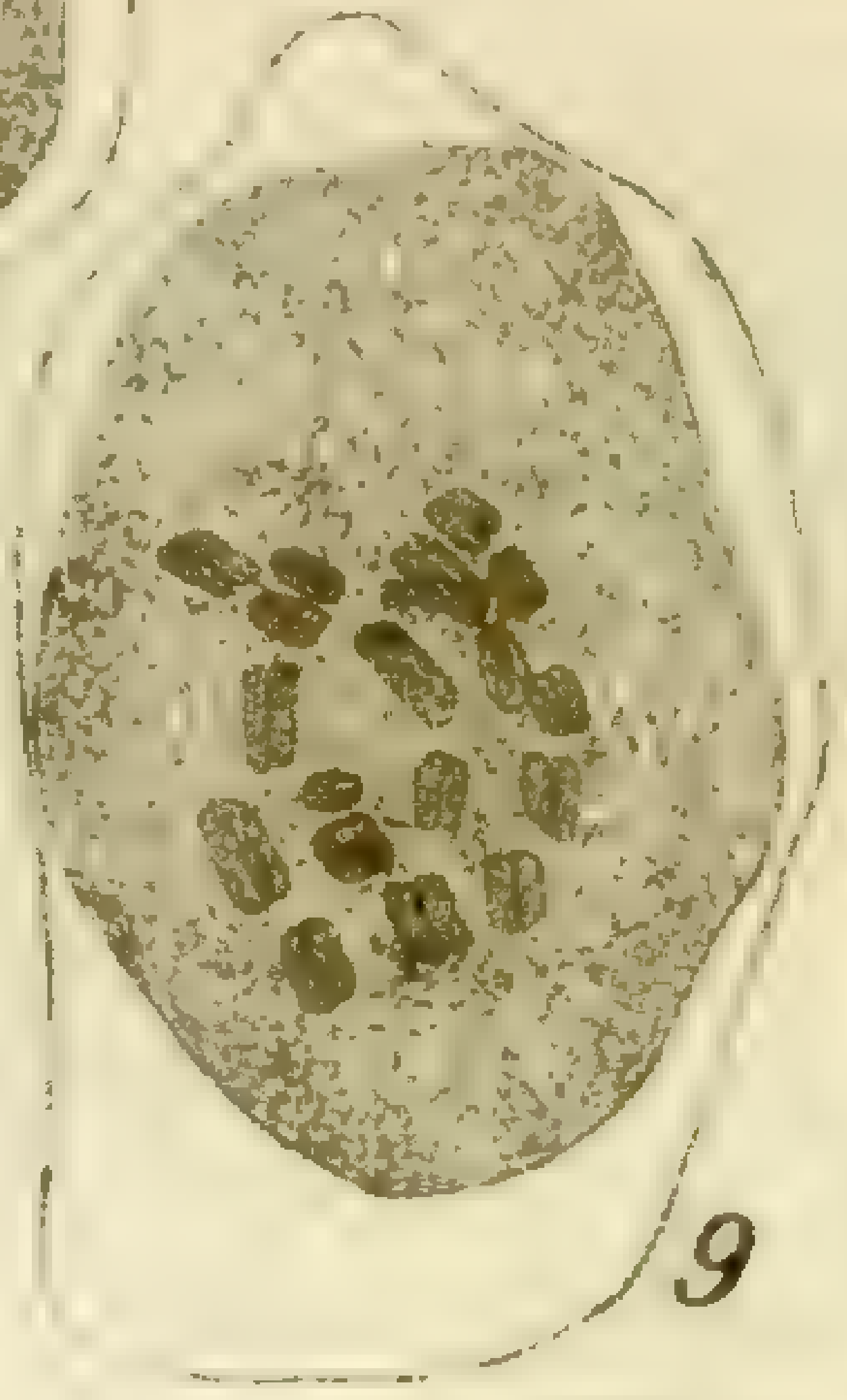
7a



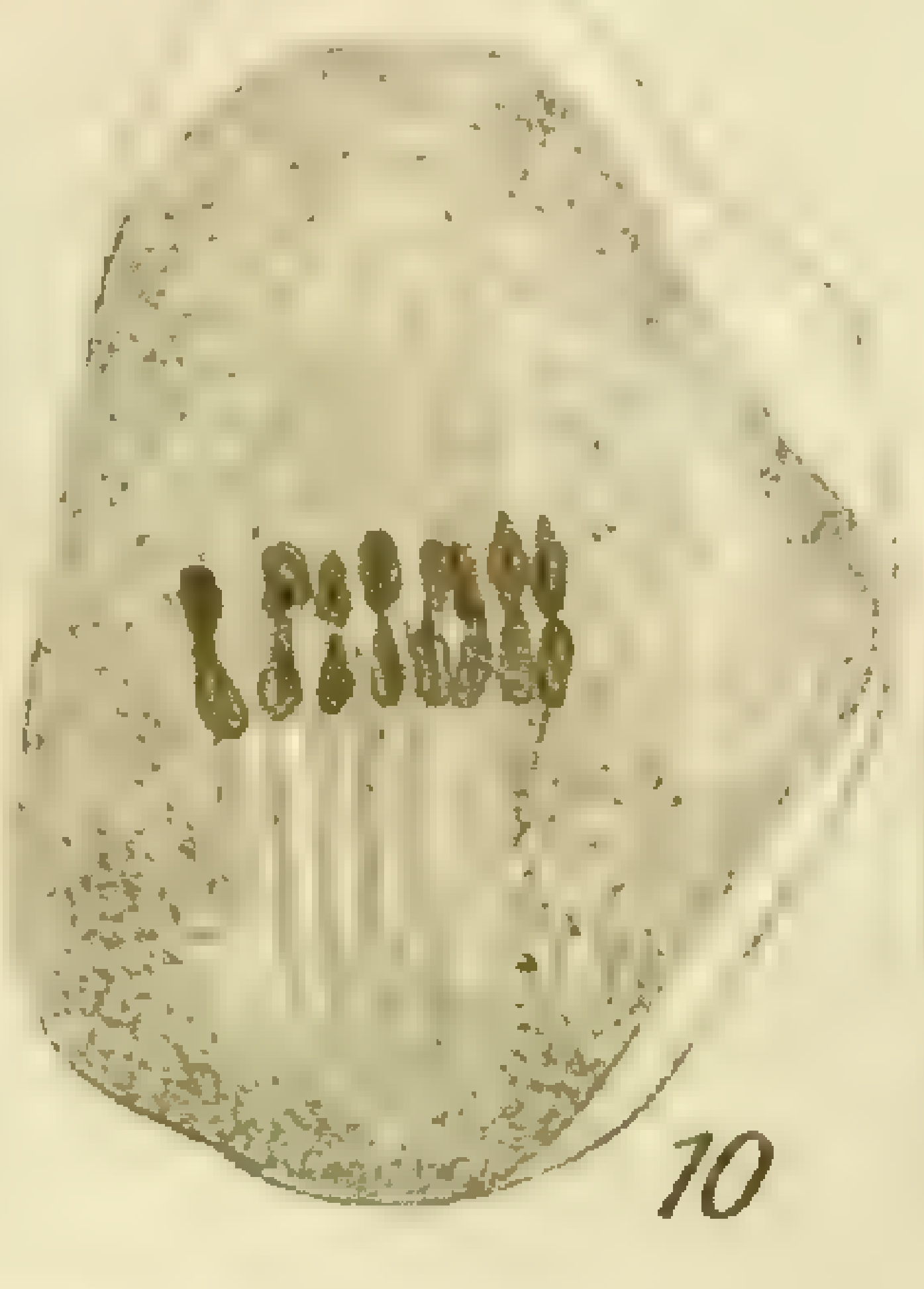
2



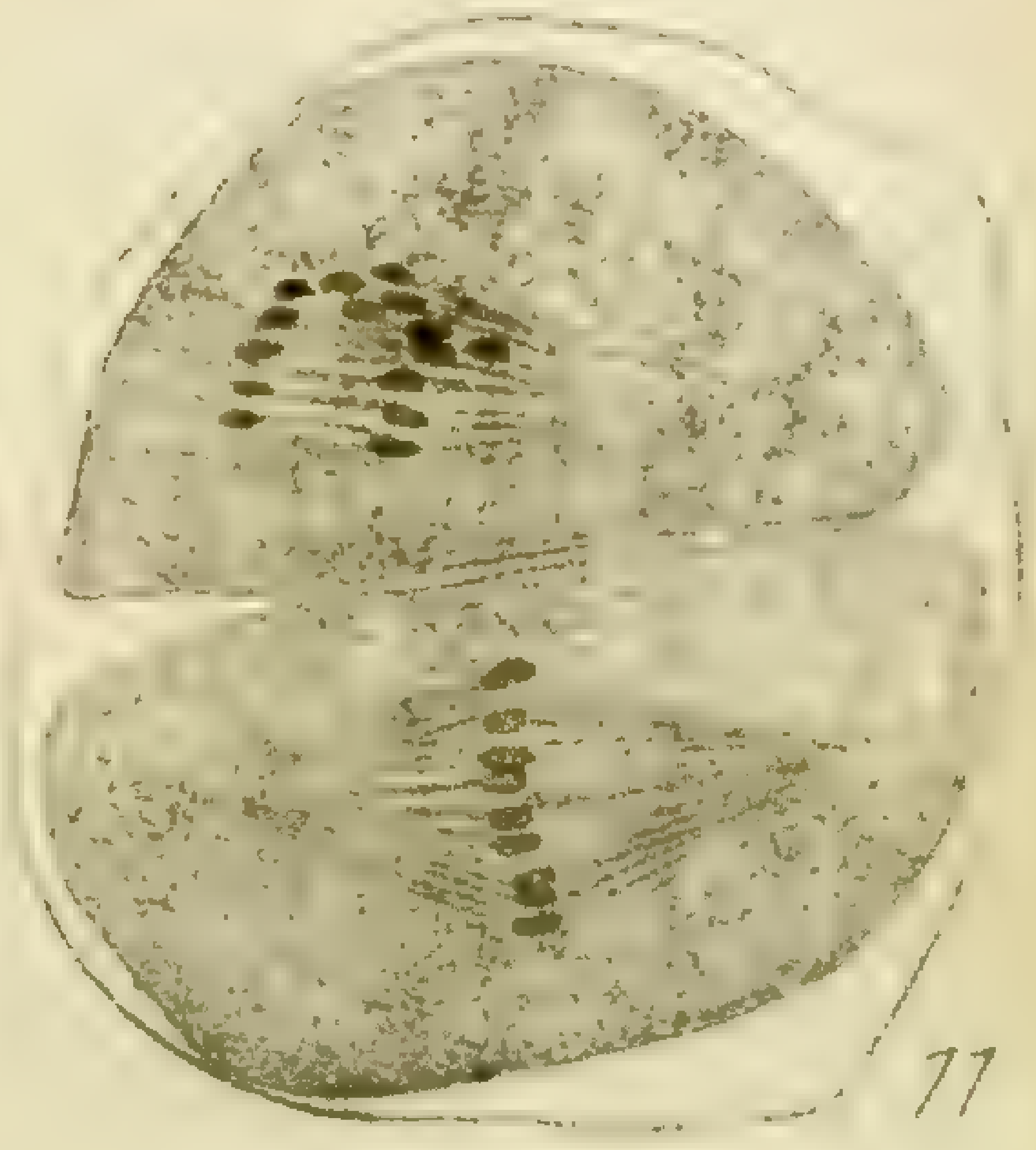
8



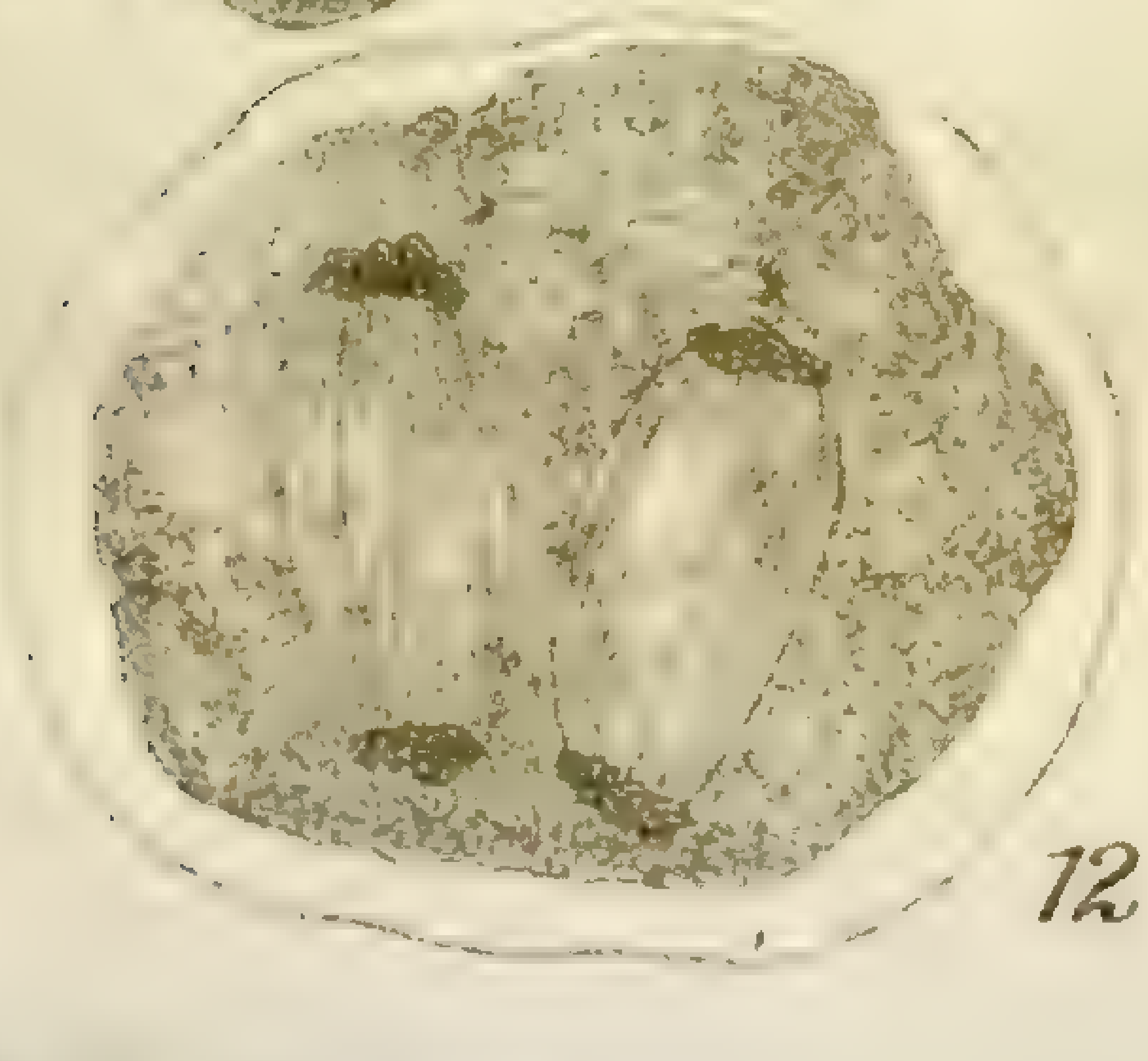
9



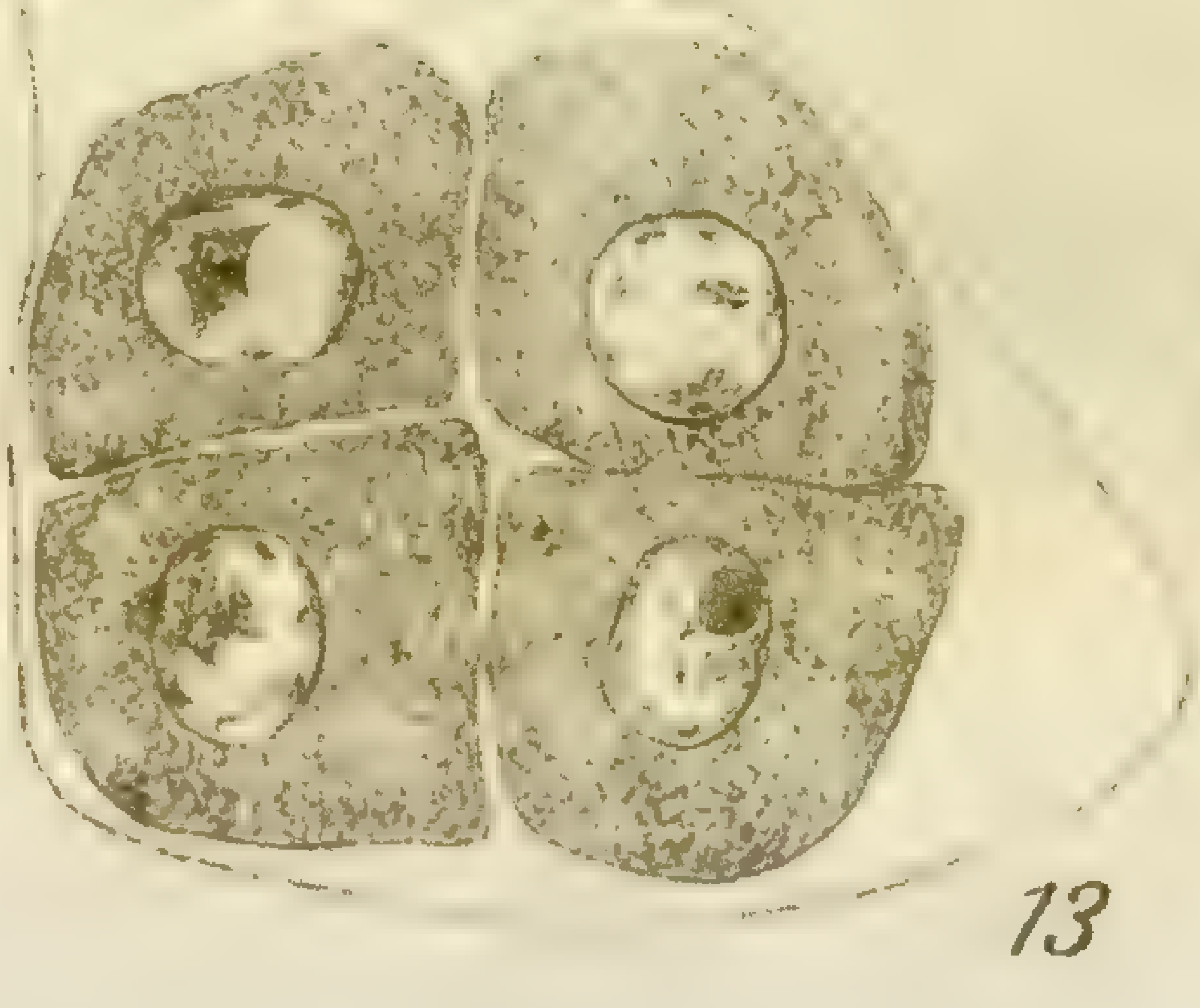
10



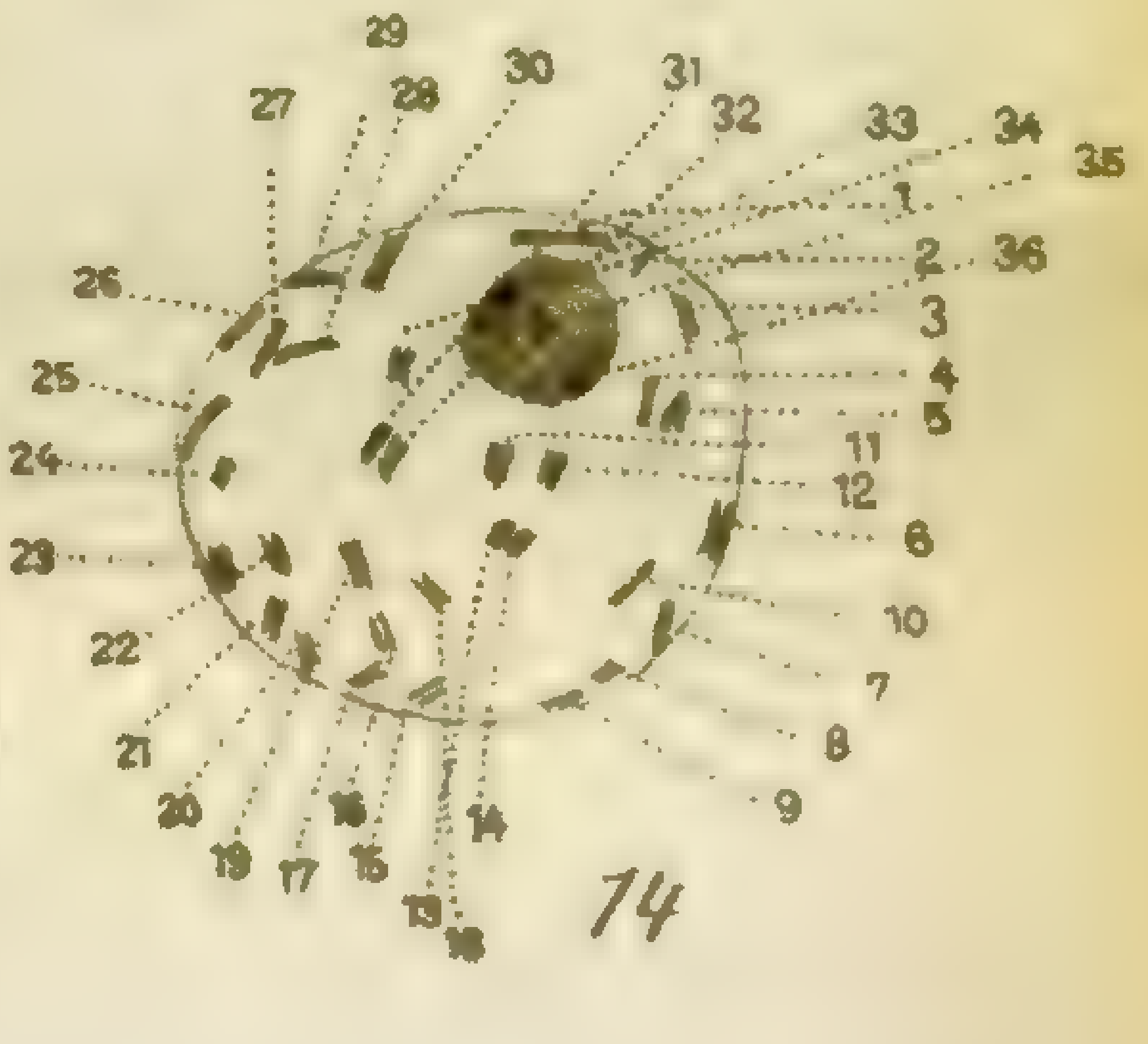
11



12



13


29
27
28
30
31
32
33
34
35
1
2
36
3
4
5
26
25
24
11
12
6
23
10
22
7
8
9
21
20
19
17
16
15
13
14
18

14

G. Tischler gez.

H. Laue lith.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1919 **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** an Herrn Prof. Dr. **P. Lindner, Berlin N,** Seestr. 13, Institut für Gährungsgewerbe, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten. Den Autoren wird jährlich nur eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt. Den Mitgliedern können nur 3 Arbeiten jährlich zugestanden werden. Arbeiten von Nichtmitgliedern können bis auf weiteres nicht aufgenommen werden.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1919.

Ehrenpräsident: S. Schwendener.

Für die Generalversammlung: G. Berthold, Präsident; M. Büsgen. Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: P. Lindner, Vorsitzender; J. Behrens, erster Stellvertreter; P. Claussen, zweiter Stellvertreter; H. Harms, erster Schriftführer; H. Miehe, zweiter Schriftführer; W. Magnus, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: P. Lindner, H. Harms, H. Miehe, W. Magnus, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): R. Kolkwitz, O. Reinhardt, L. Diels, L. Wittmack, E. Baur.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für alle ordentlichen Mitglieder 20 M. und 5 M. Zuschlag für die Dauer der Teuerung.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in Berlin-Dahlem gelangen lassen. Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden

⁂

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2	Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates	5	„
3.	für jede Lichtdrucktafel	9	„
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2	„
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3	„
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr	2	„
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35	„
8.	für jeden Umschlag	1,5	„
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	8,—	Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

Jahresbericht

der

Vereinigung für angewandte Botanik

Der Jahresbericht verfolgt die Aufgabe der Förderung und Vertiefung der wissenschaftlichen Erkenntnis im Dienste von Land- und Forstwirtschaft, Handel und Gewerbe durch botanische Forschung. Gerade die landwirtschaftlich-praktische Botanik ist in kurzer Zeit zu einem Wissenszweig herangewachsen, der bei vollständiger Selbständigkeit in seinen Errungenschaften bereits hervorragend maassgebend geworden ist für den weiteren Fortschritt auf den bezeichneten Gebieten. Der Jahresbericht dient daher als Sammelpunkt für die auf landwirtschaftlichen und verwandten Gebieten ausgeführten botanischen Forschungen.

Bis jetzt liegen vor:

Erster Jahrgang 1903.		Geheftet 5 Mk.
Zweiter Jahrgang 1904.		Geheftet 6 Mk.
Dritter Jahrgang 1905.	Mit 2 Taf. u. 10 Textabb.	Geh. 11 Mk.
Vierter Jahrgang 1906.	Mit 8 Taf. u. 7 Textabb.	Geh. 16 Mk.
Fünfter Jahrgang 1907.	Mit 5 Taf. u. 5 Textabb.	Geh. 18 Mk.
Sechster Jahrgang 1908.	Mit 2 Taf. u. 7 Textabb.	Geh. 18 Mk.
Siebenter Jahrgang 1909.	Mit 7 Taf. u. 52 Textabb.	Geh. 18 Mk.
Achter Jahrgang 1910.	Mit 2 Taf. u. 8 Textabb.	Geh. 22 Mk.
Neunter Jahrgang 1911.	Mit 1 Taf. u. 22 Textabb.	Geh. 22 Mk.
Zehnter Jahrgang 1912.	Mit 20 Textabb.	Geh. 13 Mk. 50 Pfg.
Elfter Jahrgang 1913.	Mit 24 Textabbildungen.	Geh. 20 Mk.
Zwölfter Jahrgang 1914.	Mit 4 Textabbildungen.	Geh. 8 Mk.
Dreizehnter Jahrgang 1915.		Geh. 11 Mk.
Vierzehnter Jahrgang 1916.	Mit 2 Taf. u. 5 Textabb.	Geh. 16 Mk.
Fünfzehnter Jahrgang 1917.	Mit 13 Textabb.	Geh. 10 Mk.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei

BAND XXXVI. JAHRGANG 1918. HEFT 10.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

HEFT 10.
(MIT TAFEL XVIII.)

AUSGEGEBEN AM 25. MÄRZ 1919.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1919

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
GARDEN LIBRARY

Es wird dringend gebeten, die veränderten Bestimmungen auf der dritten Umschlagsseite zu beachten.

Inhaltsangabe zu Heft 10.

Seite

Sitzung vom 27. Dezember 1918 633

Mitteilungen.

72. R. Kolkwitz: Über die Standorte der Salzpflanzen. — II. Plantago maritima. (Mit 1 Abb. im Text.) 636

73. N. Bezssonof: Über das Wachstum der Aspergillaceen und anderer Pilze auf stark zuckerhaltigen Nährböden 646

74. Bruno Schröder: Die Vegetationsverhältnisse der Schwebepflanzen im Schlawasee. (Mit 2 Abb. im Text.) 648

75. E. Jahn: Myxomycetenstudien. 9. Bemerkungen über einige seltene oder neue Arten. (Mit Tafel XVIII.) . . 660

76. B. Kalt und A. Schulz: Über Rückschlagsindividuen mit Spelzweizeneigenschaften bei Nacktweizen der Emmerreihe des Weizens 669

Nächste Sitzung der Gesellschaft

Freitag, den 28. März 1919,

abends 7 Uhr, im

Hörsaal des Pflanzenphysiolog. Instituts d. Universität,

Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 1.

Sitzung vom 27. Dezember 1918.

Vorsitzender: Herr L. WITTMACK.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben unserer ordentlichen Mitglieder, der Herren Prof. Dr.

Ernst Roth,

Oberbibliothekar der Universitätsbibliothek in **Halle a. S.,** gest. am 5. September 1918 und Prof. Dr.

Friedrich Thomas

in **Ohrdruf,** gest. am 19. Dezember 1918.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen in üblicher Weise durch Erheben von den Plätzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Bezssonof, Dr. **N.** in **Frankfurt a. M.** (durch M. MÖBIUS und FR. LAIBACH),

Meigen, Dr. **Friedrich,** Professor, Oberlehrer an der städtischen Realschule in **Dresden-A.,** Nöthnitzer Str. 26, I (durch O. DRUDE und B. SCHORLER),

Schürhoff, Dr. **Paul N.,** Leiter der chem. Fabrik von TH. TEICHGRAEBER, A.-G. in **Berlin SW 61,** Wilmsstr. 7 (durch M. MÖBIUS und E. GILG) und

Voss, Dr. **Godo,** Assistent an der Pflanzenzuchtschutzstelle der Landw. Akademie in **Bonn-Poppelsdorf,** Nuß-Allee 7, z. Zt. Schlachtensee, Victoriastr. 4 (durch R. KOLKWITZ und O. APPEL).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Espe, Dr. **William** in **Hildesheim,**

Oehlkers, Dr. **Friedrich** in **München,**

Lingelsheim, Dr. **Alexander** in **Breslau,**

Bauch, Dr. **K.** in **Berlin,**

Esmarch, Dr. **Ferdinand** in **Bromberg**,
Thomas, Dr. **Eduard** in **Wien**,
Ziegenspeck, Dr. **Hermann** in **Stadeln**,
Dröge, **Ernst** in **Berlin**,
Herberg, Dr. **Martin** in **Potsdam**,
Schumacher, **F.** in **Charlottenburg**,
Münch, Dr. **E.** in **Waldfischbach** (Pfalz) und Fräulein
Jessar, **Else** in **Wien**.

Satzungsgemäß wurde das Ergebnis der Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und der Ausschußmitglieder für das Jahr 1919 verlesen. Im ganzen waren 163 gültige Stimmzettel eingegangen. Bei der Auszählung wurde der Sekretär durch Herrn H. MIEHE unterstützt. Sämtliche von der Wahlkommission vorgeschlagenen Herren sind gewählt worden und zwar schwankten die abgegebenen Stimmen zwischen 163 und 153.

Ergebnis:

Präsident: G. BERTHOLD-Göttingen,
Stellvertreter des Präsidenten: M. BÜSGEN-Hann.-Münden.

Ausschußmitglieder:

K. LINSBAUER-Graz,
H. SCHENCK-Darmstadt,
M. NORDHAUSEN-Marburg a. L.,
E. KÜSTER-Bonn,
H. GLÜCK-Heidelberg,
A. PASCHER-Prag,
A. URSPRUNG-Freiburg (Schweiz),
H. SOLEREDER-Erlangen,
C. STEINBRINCK-Lippstadt,
C. BRICK-Hamburg,
G. SENN-Basel,
A. NESTLER-Prag,
W. BENECKE-Münster,
L. KLEIN-Karlsruhe,
J. WORTMANN-Geisenheim.

Herrn Geh. Rat Prof. Dr. P. FALKENBERG sandte der Vorstand folgende Adresse:

Hochgeehrter Herr Geheimrat!

Am 2. September d. Js. haben Sie das siebzigste Lebensjahr vollendet. Die Deutsche Botanische Gesellschaft, die die Freude hat, Sie seit mehr denn einem Menschenalter zu ihren Mitgliedern zu zählen, hat zu ihrem größten Bedauern erst verspätet von Ihrem siebzigsten Geburtstage Kenntnis erhalten; sie kann Ihnen daher leider erst jetzt ihre herzlichen Glückwünsche zu diesem Tage übermitteln.

Mit Ihren „Vergleichenden Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monokotylen“ haben Sie sich in den siebziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts in die Botanische Welt eingeführt und Sie haben auch weiterhin an der Erforschung der pflanzlichen Anatomie tätigen Anteil genommen. Den Schwerpunkt Ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit verlegten Sie allerdings sehr bald auf das algologische Gebiet; eine zweijährige botanische Assistententätigkeit an der Zoologischen Station zu Neapel gab Ihnen die ersehnte Möglichkeit, sich diesem Gebiete in besonderer Weise zuzuwenden. In einer Reihe von sorgfältigen Untersuchungen haben Sie dann unsere Kenntnisse der marinen Algen wesentlich erweitert und Ihre Algenstudien mit der 1901 erschienenen umfassenden Monographie der Rhodomelaceen des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte gekrönt. Jahrzehntelange stille Gelehrtenarbeit enthält dieses schöne Werk bleibenden Wertes, für das wir Ihnen dankbar sind.

Auch Ihrer umfangreichen Tätigkeit als akademischer Lehrer sei hier gedacht; als alleiniger Vertreter der Botanik an der Universität Rostock haben Sie durch lange Jahre zahllose Schüler in die Scientia amabilis eingeführt und einen großen Teil Ihrer Arbeitskraft gerade auch auf die Unterrichtstätigkeit verwendet, die Sie auch jetzt noch trotz aller durch den Krieg bedingten Erschwerungen und Bitternisse in gewohnter Rüstigkeit ausüben.

Die Deutsche Botanische Gesellschaft wünscht von Herzen, daß es Ihnen vergönnt sein möge, noch viele Jahre in der bisherigen körperlichen und geistigen Frische zu wirken, und wiederholt in diesem Sinne ihre Glückwünsche zur Vollendung des siebzigsten Lebensjahres.

Berlin, im Dezember 1918.

Der Vorstand der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

S. SCHWENDENER. HANS WINKLER. A. VOIGT.
L. WITTMACK. P. LINDNER. J. BEHRENS. E. BAUR.
H. HARMS. H. MIEHE. O. APPEL.

Mitteilungen.

72. R. Kolkwitz: Über die Standorte der Salzpflanzen. — II. Plantago maritima.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 6. Dezember 1918.)

Im vorhergehenden Bande dieser Berichte (Bd. XXXV, 1917) hatte ich die Halophilenflora von Borxleben (Schwarzburg-Rudolstadt), östlich vom Kyffhäusergebirge, beschrieben und an der Hand von chemischen Analysen gezeigt, daß die dort aufgezählten Pflanzen nicht auf kochsalzhaltigem Boden, sondern auf solchem mit hartem, vorwiegend calciumsulfathaltigem Wasser wuchsen. Besonders der Meerstrandsdreizack, *Triglochin maritima*, stand in dieser Arbeit im Mittelpunkt der Erörterung, während die anderen Halophilen der Fundorte bei Borxleben nur kurze Erwähnung fanden, unter diesen auch der Meerstrandswegerich, *Plantago maritima*, von dem nur gesagt wurde, daß er, außer auf dem kochsalzfreien bzw. -armen Boden bei Borxleben, im westlichen Kyffhäuser auf Gips- und Dolomitbergen und in Ungarn auf Kalk wachsend angetroffen wird. A. SCHULZ erwähnt in diesem Bande der Berichte (XXXVI, 1918, S. 413) außerdem noch das Vorkommen auf Muschelkalk, Buntsandstein, Löß und quartärem Kalktuff.

In der vorliegenden Arbeit sollen nunmehr die Standortsverhältnisse von *Plantago maritima* eingehender als bisher behandelt werden und zwar deshalb gerade von dieser Pflanze, weil sie bei ihrem Formenreichtum zunächst für das Studium der vom Normalen abweichenden Standorte der Salzpflanzen besonders lehrreich ist.

1. Die Fundorte am westlichen Kyffhäusergebirge.

Herr Prof. Dr. A. PETRY in Nordhausen, der Verfasser der „Vegetationsverhältnisse des Kyffhäusergebirges“, hatte die große Freundlichkeit, mir den in meiner ersten Arbeit über das Vorkommen dieser Pflanze in dem genannten Gebirge erwähnten Standort so genau anzugeben, daß ich ihn beim Besuch dieser

Gegend leicht finden konnte. Er liegt im Zechsteingipsgebiet an der westlichen Wegseite der Chaussee von Badra nach Kelbra,[1]) nordöstlich von Badra (s. Abb. aus Meßtischblatt Heringen Nr. 2599). Bei näherem Suchen fanden sich sowohl an dieser Chaussee als an der von der Domäne Numburg nach Auleben führenden sowie in einem westlich vom Schloßberg gelegenen Seitental noch etwa ein Dutzend neuer Standorte, die auf der beigefügten Karte näher bezeichnet worden sind. Alle diese Fundstellen, die hier gewiß nicht die einzigen sind, bezeichnen versprengte Vorkommen von den Salzwiesen bei den in der Nähe gelegenen berühmten beiden Numburger Solquellen, deren chemische Analysen in der Arbeit von THUMM, KOLKWITZ und SCHIEMENZ (1) mitgeteilt sind. Auf diesen in der Helme-Niederung (Goldene Aue) gelegenen Wiesen[2]) wächst *Plantago maritima* sehr gesellig, während sie sich in den benachbarten Gipsbergen nur vereinzelt oder in kleineren Gruppen findet, wie es bei solch relictem Vorkommen oft zu sein pflegt. Immerhin aber finden sich hier weit über hundert Exemplare, darunter auch junge. Die Untersuchung der chemischen Beschaffenheit dieser letztgenannten Standorte geschah in einfacher Weise zunächst derart, daß eine Bodenprobe mit etwa der zehnfachen Menge destillierten Wassers geschüttelt und dieses dann mit den üblichen Reagenzien auf Chloride und Sulfate untersucht wurde. Die Prüfung auf Karbonate geschah durch Zugabe von Salzsäure zu den Bodenproben.

Dabei stellte sich heraus, daß alle Standorte des Meerstrandswegerichs, die außerhalb der Salzwiesen lagen, keine merkliche Kochsalzreaktion ergaben, während Sulfate[3]) und meist auch Karbonate reichlich vorhanden waren. Es handelte sich mithin nicht um Böden mit kochsalzhaltigem, sondern nur um solche mit hartem Wasser. An diesen Stellen hielten sich die Pflanzen in der Tiefe der Talzüge, meist zur Seite der Wege, wo nach Regen

---

[1]) An dieser Stelle ist *Plantago maritima* vergesellschaftet mit:

Stipa capillata,
Gypsophila fastigiata,
Medicago lupulina,
Melilotus officinalis,
Trifolium fragiferum,
Anthyllis vulneraria,
Lotus corniculatus f. (ciliatus),
Helianthemum vulgare,
Bupleurum falcatum,
Gentiana ciliata,
Echium vulgare,
Thymus serpyllum,
Asperula cynanchica.

Die durch Felsen begrenzte Strecke heißt Hopfental. Es führt auch Löß.

[2]) Mit Aulehm und schneckenführendem Riethboden.

[3]) Gips löst sich im Wasser in nur geringer Menge, diese aber leicht.

Standorte der Salzpflanzen.

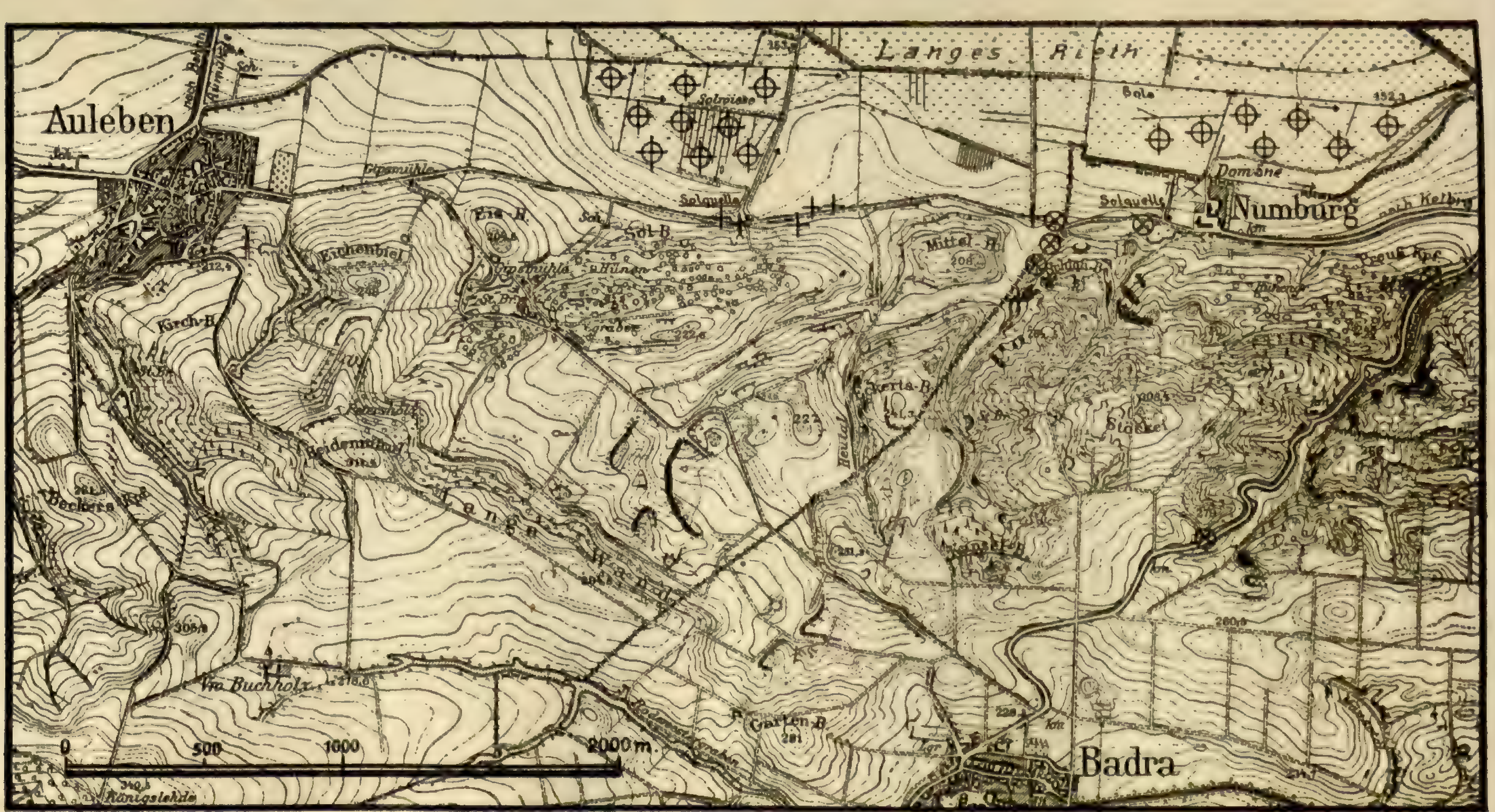

Auleben
Langes Rieth
Solwiese
Sole
Solquelle
Solquelle
Domäne
Numburg
Gipsmühle
Eichenbiel
Sol-B.
Mittel-H.
Kirch-B.
Beckers Kpf.
Heutal
Stöckei
Buchholz
Garten-B.
Badra
Königslehde
0
500
1000
2000 m.

Abb. 1. Plantago maritima 1) auf Gips: 2) auf Salzwiesen:
⊗ · gesellig, + · einzelne Exemplare; ⊕ · massenhaft.

Ausschnitt aus dem Meßtischblatt Heringen Nr. 2599, mit Fundortsangaben.

das Wasser entlangzieht und die Feuchtigkeit sich länger hält[1]). Die Höhen der Gips- bzw. Kalkberge sind zu dürr, um das Wachstum von *Plantago maritima* zu ermöglichen, wenigstens nicht in dieser Gegend, wo Lößauflagerungen fehlen und die Luft nicht in ähnlicher Weise wie an Meeresküsten mit Feuchtigkeit beladen ist.

Die Üppigkeit in der Entwicklung der versprengten Exemplare ist meist geringer als bei den Exemplaren auf den benachbarten Salzwiesen, wo, bei ähnlich starker Wurzelbildung, günstigere Bedingungen für die Durchfeuchtung des Bodens herrschen. Die Pflanzen wachsen auf den Felsen auch weniger in geschlossener Vegetationsdecke als an kahlen Stellen.

Wo auf den Wiesen die *Plantago maritima* in der Nähe von Kuhfladen wuchsen, waren die Exemplare infolge der Düngung ganz besonders üppig entwickelt und besaßen breitere, tiefgrüne Blätter. Ein auffällig gut entwickeltes Exemplar fand ich auch an der Badraer Chaussee in der Nähe eines an der Südwestseite des Preußenkopfes gelegenen Steinbruches bei einer früheren Haltestelle für die vor einigen Jahren hier verwendeten Lastpferde, deren Dung an diesem Standort in ähnlich wie oben beschriebener Weise günstig gewirkt haben kann. Entsprechende Beispiele sind mir übrigens auch für *Salicornia herbacea* und *Suaeda maritima* von anderen Stellen bekannt, wo Dunggräben oder Schuttstellen ganz besonders üppige Entwicklung bedingten.

An manchen Stellen der Gipsfelsen in der Nähe der Numburger Quellen erscheinen die Exemplare von *Plantago maritima* vom Typus der Alpenpflanzen; sie wachsen ganz charakteristisch aus den Felsspalten heraus, haben eine kräftige, tiefgehende Pfahlwurzel, eine gedrungene Blattrosette und einen ziemlich kurzen Blütenschaft. Dieser Habitus darf nicht wundernehmen, da der Strandwegerich auch an den Meeresküsten außer als Pflanze der flachen Meeresufer öfter auch als Felsenpflanze auftritt, z. B. auf Helgoland am oberen Rande der Steilfelsen an der Südwestseite der Insel [vgl. ASCHERSON (1)]. Hier ist die Pflanze als kochsalzliebend aufzufassen, da sie auf der Höhe des Felsens Gischt vom Meere her erhält. Offenbar ist *Plantago maritima* von altersher sowohl Wiesen- und Sand- als auch Felspflanze. Sie ist auch mehrfach in Beziehung zu *Plantago alpina* gesetzt worden, die nach C. SCHROETER (1) kalkhaltigen Schieferboden, also ebenfalls einen Standort mit hartem Bodenwasser liebt. HALLIER (1) giebt von *Pl. maritima* und seinen Formen Fundorte an um Partenkirchen und Mittenwald (nach Angabe salzhaltige Stellen), im Wallis, an der St. Bernhardstraße, bei Bellinzona, im Vintschgau usw. Nach WARMING (1) hat *Plantago maritima* var. *gentilis* auf Alfvaren von Gotland und Öland ausgesprochen xeromorphen Charakter.

---

[1]) Ähnliche Beziehungen zur Härte und zur Feuchtigkeit zeigt *Erythraea linariifolia* im Kalktal bei Frankenhausen, wo sie in diesem kühlen und feuchten Sommer 1918 reichlich entwickelt war. Nähere Einzelheiten darüber sollen in dieser Arbeit nicht mitgeteilt werden.

Die bei Blankenburg a. H. beobachteten Exemplare von *Plantago serpentina*, die ebenfalls zur Sektion *Coronopus* gehört und wohl mit *Pl. maritima* identisch ist, sind nach A. SCHULZ (1, S. 325) vielleicht Abkömmlinge alpiner Einwanderer.

2. Die Fundorte im mittleren Saalegebiet.

Im Saalebezirk, besonders im Gebiet der Salzke, welche die Mansfelder Seen, den ehemaligen Salzigen und den sogenannten Süßen See, entwässert und bei Salzmünde in die Saale fließt, lernte ich unter der freundlichen und sachkundigen Führung von Herrn Prof. Dr. A. SCHULZ-Halle eine Reihe besonders lehrreicher Standorte von Halophilen kennen, die wichtige Aufschlüsse über die Beziehungen der Salzpflanzen zur Beschaffenheit des Substrates lieferten.

An der Biegung der Landstraße von Bennstedt nach Cöllme (Mansfelder Seekreis; Meßtischblatt Schraplau Nr. 2604) wächst beim Kalkofen (Tonhäuschen) *Plantago maritima* in ziemlich zahlreichen Exemplaren auf Muschelkalk[1]). Die chemische Analyse ergab natürlich das Vorhandensein reicher Mengen von Karbonaten, während Chloride, Sulfate und Nitrate fast fehlten. Silikate und Eisenverbindungen trugen dazu bei, den Boden zu verdichten und damit seine Haltekraft für Wasser zu erhöhen. Die Härte des Bodenwassers hängt hier natürlich von dessen Kohlensäuregehalt ab, da nur die Bikarbonate merklich in Lösung gehen. In diesem Falle wirkt also nicht die Sulfat-, sondern die Karbonathärte. Hier erscheint *Plantago maritima* also als regelrechte Kalk- bzw.

---

[1]) An dieser Stelle vergesellschaftet mit:

Festuca ovina,
Medicago lupulina,
Trifolium repens,
Lotus corniculatus, etwas schmalblättrig,
Euphorbia cyparissias
Pimpinella saxifraga,
Daucus carota,
Plantago lanceolata,
Plantago media,
Scabiosa ochroleuca,
Achillea millefolium,
Centaurea rhenana,
Cichorium intybus.

Kalktonpflanze. An anderen Stellen z. B. bei Rollsdorf (s. das eben zitierte Meßtischblatt 2604), wirkt nicht die Karbonathärte des Muschelkalkes, sondern die des Löß, der hier dem unteren, freilich an sich auch schon kalkhaltigen Buntsandstein aufgelagert ist. An dieser Stelle wächst *Plantago maritima* mehr auf der Höhe der Berge als an deren Fuß, was mit den Befunden bei Badra im Widerspruch zu stehen scheint. Es ist aber darauf hinzuweisen, daß in der dortigen Gegend beim Löß besonders die oberen Schichten das Wasser z. B. bis 2 dm Tiefe festhalten, während die tieferen sehr trocken sein können, was ich besonders typisch bei Langenbogen beobachtete. So erklärt sich wohl die Tatsache, daß an manchen Stellen des Salzkegebietes das Schilf (*Phragmites communis*) auf den Höhen der Hügel, stellenweise sogar in Gemeinschaft mit *Stipa capillata* und *Andropogon ischaemon* wächst. Das Vorkommen von Schilf auf den Höhen erwähnt auch REINKE (1) für anscheinend trockene Tonbänke an Uferpartien der Insel Alsen. Bekannt sind auch die Standorte auf Gips im Gebiet der Kattenburg im südlichen Kyffhäuser, wo sich *Phragmites* offenbar an einen Standort mit einem gewissen Grad von Trockenheit angepaßt hat. Das Wachstum von *Plantago maritima* an verschiedenen Stellen des (teils mittleren, teils unteren) Buntsandsteins im Salzkegebiet findet seine Erklärung durch dessen Gehalt an kohlensaurem Kalk oder, bei Kalkarmut, durch partielle Anhäufungen von Löß, dessen hoher Kalkgehalt durch starkes Aufbrausen nach Zusatz von Salzsäure angezeigt wird.

Die Fundorte von *Plantago maritima* auf den Bergen des Salzke-Gebietes sind, worauf mich Herr Prof. A. SCHULZ freundlichst aufmerksam machte, zum Teil schon sehr alten Datums, denn sie waren bereits in vorlinnéischer Zeit bekannt, da *Plantago maritima* in mageren Formen bereits von CHRISTOPHORUS KNAUTH (1) in seiner Flora von Halle aus dem Jahre 1688 an den Hügeln und Weinbergen bei Cöllme, Müllerdorf und Rollsdorf erwähnt wird. Damals bestand bei Langenbogen und Cöllme im Salzketal noch der von Salzsümpfen umgebene Langenbogener und Cöllmer See. Ähnlich wie bei den Numburger Quellen sind auch hier die Exemplare von *Plantago maritima* in den Bergen als Relikte, von benachbarten Salzsümpfen ausgegangene, physiologisch abweichend angepaßte Formen aufzufassen.

Im Gebiete der Schlenze, des nächsten größeren Zuflusses, der bei Friedeburg flußabwärts am linken Ufer in die Saale mündet, findet sich ein weiterer Fundort von *Plantago maritima* auf nicht kochsalzhaltigem Boden, nämlich auf quartärem Kalktuff bei Zabenstedt unweit Gerbstedt (Meßtischblatt Nr. 2457). Hier steht in der Nähe der ehemaligen „Großen Seemühle“ der Tuff z. T. in senkrechten Wänden an und trägt in seinen Spalten tiefwurzelnde Exemplare von *Plantago maritima.* Eine Untersuchung der Bodenprobe ergab das reichliche Vorkommen von kohlensaurem Kalk, deutlichen Gehalt an Gips und Fehlen von Kochsalz sowie von Kupfer; vgl. A. SCHULZ (2). Es handelt sich im vorliegenden Falle also um karbonat- und sulfathartes Bodenwasser. Auch dieser Fundort ist als versprengt aufzufassen, da sich in seiner Nähe früher die kochsalzhaltigen „Seelöcher“ befanden, nach mündlicher Mitteilung von Prof. SCHULZ bis etwa zum Jahre 1884. Auf der Geologischen Karte Gerbstedt-Hettstedt Nr. 2457 aus dem Jahre 1876 sind sie in der Nähe der Kalktuffstellen noch verzeichnet. Die dortige Salzflora behandelt A. GARCKE (1848).

Nördlich vom Bahnhof Trotha bei Halle (Meßtischblatt Halle-Nord Nr. 2532) findet sich eine natürliche Salzstelle mit reicher Halophytenflora, in der *Salicornia, Aster tripolium, Triglochin maritima, Plantago maritima* u. a. m. vertreten sind. Nicht weit von dieser Stelle, nahe einer wasserführenden Tongrube der Sennewitzer Ziegelwerke, finden sich versprengte Standorte von *Plantago maritima* zwischen *Calluna vulgaris* und *Hieracium pilosella,* also in sehr ungewöhnlicher Vergesellschaftung. Der Boden ist hier sandig, so gut wie kalkfrei, jedoch etwas gipshaltig, so daß die Sulfathärte des Bodenwassers 12—13 D. G. betrug. Chloride waren in nur geringer Menge nachweisbar. Das Wasser der Tongrube enthielt 832 mg Cl und 2151 mg SO_3 im Liter[1]). Es steht aber mit dem letztgenannten Standort von *Plantago* nicht in direkter Beziehung, doch könnten vom Ufer kochsalzhaltige Sandkörnchen bei Sturm möglicherweise nach dorthin verweht werden. Das Vorkommen von *Calluna vulgaris* auf Boden mit nicht weichem Wasser erscheint ziemlich ungewöhnlich, es kommen aber noch weit größere Extreme, als sie soeben geschildert sind, vor. So fand ich auf dem Kanzelberg bei Badra (s. Abb.) normale blühende *Calluna* in reichlicher Menge auf nackten, weißen, nach

---

1) Die Untersuchung der Probe verdanke ich der Chem. Abt. der Landesanstalt f. Wasserhyg in Dahlem.

Süden gerichteten Gipsfelsen[1]): Die Büsche wuchsen meist aus den nur wenig Humus enthaltenden Felsspalten hervor. Da der wässerige Auszug aus diesem Humus sogleich sehr starke Sulfatreaktion (ohne merklichen Cl-Gehalt) ergab, waren die Heidekrautpflanzen unverkennbar auf hartes Bodenwasser (ähnlich wie auch im Gipsgebiet des Südharzes) angewiesen.

Bei dem Dorfe Zscherben südlich von Merseburg[2]) findet sich im Geiseltal eine sehr nasse Sumpfstelle, an der *Plantago maritima* mit seinen unteren Teilen direkt im Wasser wächst und zwar blühend und in größerer Menge, wenn im übrigen die Pflanze auch mehr die trockneren Randpartien bevorzugte. Die Analyse einer hier entnommenen Wasserprobe ergab 2340 mg Cl im Liter. In diesem regenreichen Sommer 1918 stand an dieser Stelle, wie gesagt, das blanke Wasser, während sie in trockneren Jahren wohl nur sehr naß sein wird. Immerhin verdient dieser besonders wasserreiche Standort im Gegensatz zu den Befunden in den verhältnismäßig trockenen Felsspalten der Berge und den Xerophyten-Formen auf Alfvaren Schwedens besonders Erwähnung.

3. Die Fundorte am Meere.

Am Meeresufer tritt *Plantago maritima* an Standorten von sehr verschiedener Zusammensetzung des Substrates auf. S. 639 wurde bereits erwähnt, daß die Pflanze auf Helgoland an den zur Trias- und Zechsteinformation gehörenden Tonsandsteilküsten wächst.

Auf dem Priwall bei Travemünde (Meßtischblatt Nr. 662) findet sich *Pl. maritima* häufig auf grasigen Triften in Strandnähe, an Stellen wenig oberhalb des Brakwasserspiegels bisweilen in solcher Üppigkeit, daß aus einem Wurzelkopf mehr als hundert Blütenschäfte hervorsproßten, eine Entwicklungsfülle, wie ich sie im Binnenlande bisher noch nicht beobachtet habe. An der Mündung der Trave wuchs die Pflanze nicht selten auch wie eine Felspflanze in den Fugen zwischen den Granitblöcken der Uferbefestigungen, natürlich beeinflußt durch den Kochsalzgehalt des Wassers. Südlich des Ortes beobachtete ich sie an normalen Stellen des sandigen, versalzenen Flußufers, auch hier, wie wohl überall mit tiefgehender Wurzel. Außerdem fand ich sie in normaler Vegetation auf durch Baggerung aufgefülltem, ganz reinem, d. h. humusfreiem feuchtem, natürlich kochsalzhaltigem Sande von weißer Farbe unmittelbar südwestlich von Travemünde.

---

[1]) Vergesellschaftet mit:

Cladonia foliacea,
„ *silvatica,*
Rhacomitrium canescens,
Pinus silvestris,
Picea excelsa,
Betula verrucosa,
Stipa capillata,
Festuca ovina,
Anthericum liliago,
„ *ramosum,*
Silene otites,
Alyssum montanum,
Lappula myosotis,
Veronica spicata,
Asperula cynanchica,
Campanula rotundifolia,
Aster linosyris,
Artemisia campestris,
Hieracium pilosella.

[2]) Meßtischblatt Merseburg-West Nr. 2679.

P. Prahl (1) erwähnt das Vorkommen von *Plantago maritima* in Schleswig-Holstein an sandigen Heidewegen in einiger Entfernung von der Meeresküste (besonders ln Marschgegenden). Es ist anzunehmen, daß sie hier zeitweise unter dem Einfluß salzführender Nordseestürme steht, falls der Boden ihr nicht an sich schon durch einen gewissen Kalkgehalt ausreichende Vegetationsbedingungen bietet.

Zusammenfassung.

Überblicken wir kurz die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen, so erhalten wir ungefähr folgendes Schema:

Vegetationsböden von *Plantago maritima*.

Geologisch		Chemisch
Känozoikum	humoser od. schlickiger Alluvialboden	Chlornatrium
„	sandiger Alluvialboden	„
„	Sumpfwasser über Alluvialhumus	„
„	Löß	kohlensaurer Kalk bzw. Bikarbonat
„	quartärer Kalktuff	kohlensaurer u. schwefelsaurer Kalk
Mesozoikum	Muschelkalk	Kalk- u. Magnesiumkarbonat, vielleicht noch Silikate
„	Buntsandstein (Saalegebiet)	kohlensaurer Kalk
„	Buntsandstein (Helgoland)	Chlornatrium
Paläozoikum	Zechstein	Gips und Karbonate

Die für *Pl. maritima* bisher in Frage kommenden Salze sind demnach Chloride, Sulfate, Karbonate und vielleicht auch Silikate.

In allen hier geschilderten Fällen waren die Individuen von *Plantago maritima* an den Standorten mit abweichender Vergesellschaftung und ungewöhnlichen Vegetationsbedingungen, unter denen sie meist mehr vereinzelt und an verhältnismäßig kahlen Stellen wuchsen, Formen, die sich aus kochsalzliebenden benachbarten größeren Beständen (mit typischen halophilen Begleitern) auf Böden mit hartem Wasser, wie in Borxleben, gebildet haben.

Die Hauptmassen des Meerstrandswegerichs müssen nach wie vor als kochsalzliebend angesprochen werden. Man darf aber nicht ausnahmslos in allen Fällen auf Beziehungen von Exemplaren auf kochsalzfreiem Boden zu solchen auf nahem kochsalzhaltigem Gelände rechnen. Solche bestehen nach A. SCHULZ (1, S. 354) beispielsweise nicht für die kochsalzfreien Standorte von *Bupleurum tenuissimum* bei Naumburg a. Bober und von *Plantago maritima* bei Guhrau in Schlesien, über welche sich einige nähere Angaben betreffs der Fundstellen bei E. FIEK (1) finden.

Literatur.

ASCHERSON, P. (1), Übersicht der Pteridophyten und Siphonogamen Helgolands — Wissenschaftl. Meeresunters., Abt. Helgoland. 1900, Bd. 4, S. 133.

FIEK, EMIL (1), Flora von Schlesien, Breslau, 1881.

HALLIER, E. (1), Flora von Deutschland. Gera-Untermhaus, 5. Aufl., 1885, Bd. 20.

KNAUTH, CHRISTOPHORUS (1), Enumeratio plantarum circa Halam, Lipsiae, 1688, S. 151.

KOLKWITZ, R., Über die Standorte der Salzpflanzen. — Ber. d. Deutschen Bot. Ges. 1917, Bd. 35, S. 518–526.

PRAHL, P. (1), Kritische Flora der Provinz Schleswig-Holstein, 1890 u. ff., Kiel, Universitätsbuchhandlung.

REINKE, J. (1), Botanisch-geologische Streifzüge an den Küsten des Herzogtums Schleswig. — Wissenschaftl. Meeresunters. Abt. Kiel, Neue Folge, 1903, Bd. 8, Ergänzungsheft, S. 125.

SCHROETER, C. (1), Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich, 1908.

SCHULZ, A. (1), Die Verbreitung der halophilen Phanerogamen in Mitteleuropa nördlich der Alpen. — In A. KIRCHHOFF, Forsch. z. deutsch Landes- u. Volkskunde. Stuttgart, 1901, Bd. 13, S. 269.

— — (2), Über das Vorkommen von Halophyten in Mitteldeutschland auf kochsalzfreiem Boden. — Ber. d. Deutschen Bot. Ges. 1918, Bd. 36, S. 410–413.

THUMM, KOLKWITZ u. SCHIEMENZ (1), Bericht über Untersuchungen im Bereich des Flutkanals der Unstrut. — Mitt. a. d. Landesanstalt f. Wasserhygiene. Berlin 1917, Heft 22, S. 8 u. 9.

WARMING-GRAEBNER (1), Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 3. Aufl., 1918, S. 730.

73. N. Bezssonof: Über das Wachstum der Aspergillaceen und anderer Pilze auf stark zuckerhaltigen Nährböden.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 7. Dezember 1918.)

Dank dem liebenswürdigen Entgegenkommen des Herrn Professor Dr. H. BECKER konnte ich in seinem Institut in Frankfurt a. M. eine in der Kriegsgefangenschaft begonnene Arbeit über Pilzkulturen in konzentrierten Rohrzuckerlösungen[1]) weiterführen. Da mir nunmehr alle Mittel der biologischen Technik zur Verfügung standen, konnte ich nicht nur meine früheren Beobachtungen vollständig bestätigen, sondern auch zu viel weitergehenderen Ergebnissen bei Anwendung dieser Züchtungsmethode gelangen. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, aber in anbetracht der Wichtigkeit der seitherigen Ergebnisse scheint es schon jetzt wünschenswert, dieselben in aller Kürze mitzuteilen.

Die Aspergillaceen, *Penicillium glaucum* Brefeld, *Citromyces* Wehmer, *Aspergillus candidus* Wehmer, *Aspergillus Wentii* Wehmer, *Aspergillus Oryzae* Cohn wachsen gut auf einem Nährboden von folgender Zusammensetzung: 100 ccm Wasser, 95 g Saccharose, 0,02 g $CaCl_2$, 0,02 g $MgSO_4$, 0,024 g $NH_4 \cdot H_2PO_4$, 0,1 g KNO_3 + 1 Tropfen $FeCl_3$. Ebenso gut wachsen sie auf einer 42 proz. zuckerhaltigen Gelatine, dagegen gelang es nur schwer, *Penicillium brevicaule* Sacc. auf diesen beiden Substraten zum Wachstum zu bringen. Von anderen Pilzen, die auf ähnlichen Nährböden geimpft worden waren, kamen *Rhizopus nigricans* Ehrenb. und *Monascus purpureus* Went und zwar der erste auf einer 48,7 proz. Zuckerlösung, der zweite auf 42 proz. zuckerhaltiger Gelatine zum Wachstum. Nach einem mehrtägigen Wachstum bei 30° (im Brutschrank) war bei *Aspergillus Wentii* und bei *Aspergillus Oryzae*, nach einem ebensolchen bei 25° bei den übrigen Aspergillaceen, keine Erscheinung von Sexualität zu beobachten. In verschiedenen Kulturen konnte man jedoch die Bildung von Riesenzellen derselben Art wie diejenigen, die WEHMER[1]) bei älteren Vegetationen von *Aspergillus fumigatus* als Folge der Wirkung angehäufter Säure festgestellt und beschrieben hat, nachweisen.

---

[1]) BEZSSONOF: Über die Bildung der Fruchtkörper des *Penicillium glaucum* in konzentrierten Zuckerlösungen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. B. XXXVI H. 4, 1918.

Bei einer Kultur von *Penicillium glaucum* auf 42,7 proz. Zuckerlösung, die einige Tage lang im Brutschrank gestanden hat, gelang es, nach 20stündigem Stehen bei Zimmertemperatur (ca. 18 °) das Vorhandensein von zahlreichen, in verschiedenen Stadien der Entwicklung sich befindende Perithezien zu beobachten. Dieselbe Erscheinung, nämlich die Bildung von Perithezien bei einer Temperatur von 18 °, trat auch bei *Aspergillus Oryzae*, einem Pilz, dessen geschlechtliche Vermehrung bis jetzt noch nie beobachtet werden konnte, beim Wachstum auf 42 proz. zuckerhaltiger Gelatine auf. Aber nicht allein bei Aspergillaceen ruft ein starker Zuckergehalt des Nährsubstrates die Sexualität in solchen Fällen hervor, wo sie unter gewöhnlichen Umständen nicht aufzutreten vermag; so tritt bei *Rhizopus nigricans* beim Wachstum auf 48,7 proz. Zuckerlösung bei 18 ° reichliche Zygotenbildung auf. Die geschlechtliche Vermehrung (Zygotenbildung) war bisher bei *Rhizopus nigricans* sehr selten beobachtet[2]).

Diese Einwirkung des starken Rohzuckergehaltes des Nährsubstrates auf so verschiedene Organismen, wie es die Aspergillaceen und Mucorineen sind, stellt ein Phänomen dar, das für die weitere Erforschung der allgemeinen Frage nach dem Entstehen des sexuellen Plasmas von Bedeutung sein dürfte. Die Beobachtung, daß eine Temperaturverminderung als komplementärer Reiz zur Sexualität wirkt, stellt eine Stütze für die in meiner früheren Mitteilung[3]) ausgesprochene Ansicht dar, daß die Erzwingung der Sexualität auf eine Hemmung der Oxydationsprozesse zurückzuführen ist.

Zum Schlusse sei noch auf eine der in den Zuckerkulturen dieser Pilze zu beobachtenden Erscheinungen besonders hingewiesen. Im Gegensatz zu stark zuckerhaltigen Kulturen aller andern Stämme scheint nämlich bei *Aspergillus Oryzae* eine alkoholische Gährung vorhanden zu sein. Besonders energisch geht die Produktion des

---

1) Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. 31, 1913, S. 257.

2) In neuerer Zeit hatte im Jahre 1912 M. CORMIK (Botan. Gaz., Bd. 53) die Zygosporenbildung bei *Rhizopus nigricans* beobachtet; HAZAWA verzeichnet aber im Jahre 1915 in seinen Bestimmungstabellen (Mykologisches Centralbl. Bd. 5, S. 230) *Rhizopus nigricans* als eine Art, die keine Zygoten bildet.

3) l. c.

Aethylalkohols und der Kohlensäure in den 39 pCt. Zucker enthaltenden Lösungen von statten. Aber selbst bei Verwendung von 48,7 pCt. Zuckerlösungen ist die Gährung noch leicht nachweisbar.

Die Reinkulturen aller oben erwähnter Pilzgattungen waren aus der Sammlung des Instituts zur Verfügung gestellt. Die Kulturen wurden von Herrn LE DOU, Vorsteher der biologisch-technischen Abteilung des Instituts, gezüchtet. Ich möchte Herrn LE DOU für seine wertvolle Hilfe schon jetzt meinen ergebensten Dank aussprechen. Eine ausführliche Darstellung meiner Versuche, die weitere Einzelheiten, unter anderem auch Mikrophotographien enthalten soll, wird in der nächsten Zeit veröffentlicht werden.

Frankfurt a. M., den 5. Dezember 1918.

74. Bruno Schröder: Die Vegetationsverhältnisse der Schwebepflanzen im Schlawasee.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 18. Dezember 1918.)

Nachdem ich bereits früher Mitteilungen über das Phytoplankton aus dem Schlawasee vom 19. August 1917 gemacht hatte und in den damaligen Proben 83 verschiedene Schwebepflanzen feststellte[1]), fragte es sich, ob dieser Reichtum des Sees an derartigen Organismen im Sommer auch die anderen Jahreszeiten hindurch vorhanden ist, oder ob er namentlich in der kälteren Zeit nachläßt. Vielleicht könnten auch zu den bisher dort gefundenen Planktonformen zu anderen Jahreszeiten noch neue hinzukommen. Ferner wäre zu untersuchen, welche Schwebepflanzen perennierend, d. h. das ganze Jahr über anzutreffen sind und welche nur periodisch zu gewissen Zeiten auftreten, und endlich, ob dieselben Arten im Laufe eines Jahres in ihrer

---

1) Siehe Band XXXV, Seite 681—695 dieser Berichte.

Form konstant bleiben, oder ob sie sich verändern und sogenannte Temporalvariationen bilden.

Wiederum war Herr Dr. H. MEHRING in Breslau so freundlich, zu veranlassen, daß mir ziemlich an der gleichen Stelle wie vorher, immer am 19. Tage des mittleren Vierteljahrsmonates (November 1917, Februar und Mai 1918), Planktonproben gesammelt wurden. Aber auch aus den Monaten Juli, September und Oktober dieses Jahres erhielt ich solche, die wie die übrigen mit einem kleinen Apsteinschen Netze (Gazenummer 18) gefischt und in Formol gut konserviert worden waren. Außerdem bekam ich noch anderes Material, das Herr Dr. LINDEMANN in Lissa (Posen) am 2. Juli 1918 im Schlawasee gesammelt hatte.

Zunächst soll versucht werden, das Phytoplankton des Schlawasees nach den einzelnen Jahreszeiten zu charakterisieren. Ich bezeichne dabei dasjenige vom August als Sommer-, das vom November als Herbst-, das vom Februar als Winter- und das vom Mai als Frühlingsplankton. Schon der äußere Anblick dieser vier verschiedenen Proben war hinsichtlich ihrer Färbung und ihrer Zusammensetzung nach der Jahreszeit recht verschieden, wie folgende Übersicht zeigt:

Nr.	Jahreszeit	Farbe	Inhalt
1.	Sommer 1917	dunkelgraugrün	vorwiegend Phytoplankton
2.	Herbst 1917	hellbraungrau	Mischplankton
3.	Februar 1918	dunkelbraungrau	vorwiegend Zooplankton mit Detritus
4.	Mai 1918	hellgrau	Mischplankton

Die Ergebnisse der Untersuchung dieser Proben aus den vier Jahreszeiten habe ich zu einer vergleichenden Liste mit Angaben des schätzungsweisen Grades der Häufigkeit der einzelnen Planktonten zusammengestellt, in die, um Wiederholungen möglichst zu vermeiden, vom Sommerplankton nur diejenigen Formen aufgenommen sind, die sich auch zu anderen Jahreszeiten beobachten ließen.

Jahreszeitliche Verteilung der Schwebepflanzen im Schlawasee vom August 1917 bis zum Mai 1918.

(ss = sehr selten, s = selten, ns = nicht selten, h = häufig u. sh = sehr häufig)

Nr.	Name	Vorkommen			
		VIII.	XI.	II.	V.
	I. Schizomycetae.				
1.	*Cladothrix dichotoma* Cohn	ns	s	s	s
	II. Schizophyceae.				
2.	*Chroococcus limneticus* Lemm.	ns	s	s	s
3.*	*Ch minimus* (v. Keißl.) Lem.	.	.		ss
4.	*Gomphosphaeria lacustris* Chodat	ns	s	ss	.
5.	*Coelosphaerium Kützingignum* Näg.	ns	ss	.	s
6.	*C. reticulatum* Lemm.	s	ss	.	.
7.	*C. dubium* Grun.	ns	s	s	ns
8.	*Microcystis Flos-aquae* (Wittr.) Kirchn.	h	s	ss	ns
9.	*Clathrocystis aeruginosa* Henfr.	ns	ns	s	sh
10.	*Anabaena Flos-aquae* var. *gracilis* Klebahn	h	ss	.	sh
11.	*A. circinalis* (Kütz.) Hansg.	.	s	.	s
12.	*A. spiroides* Klebahn	sh	.	.	s
13.	*A. macrospora* var. *gracilis* Klebahn	h		.	ns
14.	*Aphanizomenon Flos-aquae* var. *gracilis* Lemm.	sh	h	s	ns
	III. Bacillariaceae.				
15.	*Melosira granulata* Ralfs	h	s	s	s
16.	*M. granulata* var. *angustissima* Müll.	ns	h	ss	.
17.	*M. crenulata* var. *ambigua* Grun.	h	sh	ns	ns
18.*	*M. varians* Ag.	.	h	s	.
19.	*Cyclotella comta* Kütz	.	s	h	s
20.	*Stephanodiscus astraea* (Ehrbg.) Kütz.	s	s	s	s
21.	*Rhizosolenia longiseta* Zach.	ss	ss	ss	.
22.	*Attheya Zachariasi* Brun	ns	s	.	s
23.	*Fragilaria crotonensis* Kitton	ns	ss	.	ns
24.*	*F. capucina* Desm.	.	s	h	ns
25.*	*F. virescens* Ralfs	.	s	h	.
26.	*Synedra delicatissima* W.Sm.	h	h	ns	s
27.	*S actinastroides* Lemm.	ns	s	ss	.
28.*	*Diatoma tenue* (Kütz.) Grun.	.	s	s	.
29.	*Asterionella gracillima* (Hantzsch) Heiberg	ns	s	s	s
30	*Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* Grun.	ns	s	ss	h
	IV. Conjugatae.				
31.	*Gonatozygon Brebissonii* var. *intermedium* Schröder	ns	ss	.	.
32.	*Staurastrum cuspidatum* Bréb.	ss	.	.	ss
33.	*Mougeotia gracillima* Lemm.	s	ss	.	ss
	V. Chlorophyceae.				
34.*	*Colacium calvum* Stein	.	s	s	ns
35.	*Pandorina Morum* Bory	ns	ss	.	.
36.	*Eudorina elegans* Ehrbg.	s	.	.	.
37.	*Sphaerocystis Schröteri* Chod.	ns	.	.	ss
38.*	*Gloeocystis planctonica* (W. et G. S. West) Lemm.	.	.	.	ss
39.*	*Pediastrum triangulum* var. *angustatum* Nitardy	.	s	s	ss
40.	*P. triangulum* var. *latum* Nitardy	ns	s	s	s
41.	*P. pertusum* Kütz.	ns	.	.	.
42.	*P. pertusum* var. *microporum* A. Br	ss	.	.	s
43.	*P. pertusum* var *clathratum* A. Br.	ns	.	.	s
44.	*P. Boryanum* (Turp.) Menegh.	ns	s	s	s
45.*	*P. Boryanum* var. *perforatum* Racib.	.	s	s	s
46.*	*P. Boryanum* var. *capituligerum* (Lucks) Nitardy	.	.	s	s
47.	*P. incisum* Hassal	s	.	.	.
48	*P. incisum* var. *rota* Nitardy	s	.	.	.
49.*	*P lobatum* Nitardy	.	s	s	.
50.	*Oocystis Naegeli* A. Br.	ns	s	.	.
51.*	*O. Gigas* var. *Borgei* Lemm.	.	.	.	ss
52.	*Tetraedron limneticum* Borge	ns	.	.	s
53.	*T. limneticum* var. *simplex* Schröder	s	.	.	ss
54.*	*T. minimum* (A. Br.) Hansg.	.	.	.	ss
55.	*Scenedesmus bijugatus* (Turp.) Kütz.	ss	.	ss	.
56.	*Sc. quadricauda* (Turp.) Bréb.	ns	s	ss	s
57.*	*Kirchneriella lunaris* (Kirchn.) Moebius	.	.	.	ss
58.*	*Cohniella staurogeniaeformis* Schröder	.	.	.	ss
59.	*Dictyosphaerium pulchellum* Wood	s	.	ss	.
60.	*Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs	s	.	.	ss
61.	*Tribonema depauperata* Wille	ns	h	s	s
62.	*Planctonema Lauterbornei* Schmidle	ns	ns	s	s
	VI. Phaeophyceae.				
63.*	*Mallomonas acaroides* Perty	.	s	.	.
64.*	*M. producta* Iwanoff	.	ss	.	.
65.	*Dinobryon sociale* Ehrbg.	ss	.	.	.
66.	*D. stipitatum* Stein	s	s	.	.
67.*	*D. divergens* Imhof	.	.	.	s
68.*	*Synura uvella* Ehrbg.	.	.	.	ss
69.	*Ceratium hirundinella* O. F. Müller	sh	.	.	ss
70.	*Diplopsalis acuta* (Apst.) Entz	ns	.	.	ss
	Zusammen:	33	42	33	47

*) neu hinzugekommene Formen.

Aus dieser tabellarischen Übersicht ergibt sich, daß die Höchstzahl von Arten im Plankton des Schlawasees 1917/18 mit 83 Arten auf den Sommer fällt. Das Herbstplankton weist noch 42 und das Winterplankton nur 33 Arten auf, während das Frühlingsplankton auf 47 Arten gestiegen ist. Verteilt man diese Angaben unter Berücksichtigung meiner früheren (l. c. Seite 684/85) auf die verschiedenen Pflanzenklassen und Jahreszeiten, so läßt sich folgendes feststellen:

Nr.	Pflanzenklasse	Sommer	Herbst	Winter	Frühling
1.	Schizomycetae	1	1	1	1
2.	Schizophyceae	17	9	6	10
3.	Bacillariaceae	18	16	14	10
4.	Conjugatae	9	2	0	2
5.	Chlorophyceae	30	11	12	20
6.	Phaeophyceae	18	3	0	4
	Zusammen:	83	42	33	47

Demnach haben in dem bearbeiteten Plankton des Schlawasees die Schizophyceen das Hauptvorkommen von Arten besonders im Sommer, Herbst und Frühling. Die Bacillariaceen sind ebenfalls zu allen Jahreszeiten anzutreffen, am meisten im Herbst. Die Conjugaten lieben den Sommer, ebenso wie die Chlorophyceen und die Phaeophyceen, von denen letztere wie die Conjugaten in den Wintermonaten gänzlich zu fehlen scheinen. Der Schizomycet Cladothrix ist das ganze Jahr hindurch im Plankton anwesend.

Von den aufgefundenen Formen sind außerdem noch folgende 16 Arten für den Schlawasee als perennierend vorkommend zu bezeichnen: *Chroococcus limneticus*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Coelosphaerium dubium*, *Microcystis Flos-aquae*, *Clathrocystis aeruginosa*, *Aphanizomenon Flos aquae*, *Melosira granulata*, *M. crenulata*, *Synedra delicatissima*, *Asterionella gracillima*, *Tabellaria fenestrata var. asterionelloides*, *Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum triangulum*, *P. Boryanum*, *Tribonema depauperata* und *Planctonema Lauterbornei*. Die zahlreichen sonst noch planktonisch gefundenen Formen treten nur periodisch zu gewissen Jahreszeiten auf, meist im Sommer, oder wie *Diatoma tenue* im Herbst und im Winter. Eine nur im Winter vorkommende Form wurde nicht gefunden.

Auch das Hauptvorkommen von Individuen der Schizophyceen, z. B. von *Microcystis*, *Clathrocystis*, *Anabaena* und *Aphanizo-*

menon, fällt auf die Sommer- und Frühlingsmonate, was schon aus dem Auftreten von polymikten „Wasserblüten“ zu dieser Zeit hervorgeht. Ähnlich ist es mit *Ceratium hirundinella*, das am individuenreichsten im Sommer vorhanden ist. Während verschiedene *Melosira*-Arten und *Synedra delicatissima* im Herbste am zahlreichsten sind, findet sich *Cyclotella comta* am reichsten im Februar und *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* im Mai.

Der Schlawasee gehört wegen des zahlreichen und häufigen Auftretens von coccogonen Schizophyceen zu den Chroococcaceenseen im Sinne APSTEINs[1]), in denen *Dinobryon* niemals in größerer Menge vorkommt, denn letzteres fehlte im Winter dort gänzlich und war im Sommer, Herbst und im Frühling nur sehr spärlich vertreten.

Wie der Grunewaldsee, den E. NITARDY[2]) untersuchte, ist auch der Schlawasee hinsichtlich seiner ökologisch-sapropelischen Beschaffenheit nach KOLKWITZ und MARSSON[3]) als oligosaprob mit Hinneigung zu schwach mesosaprobem Charakter zu bezeichnen und zwar aus folgenden Gründen: Als oligosaprob erweist er sich durch das Vorkommen von *Coelosphaerium Kützingianum, Gomphosphaeria lacustris, Clathrocystis, Anabaena Flos-aquae* und *spiroides, Mallomonas acaroides* und *producta*, den Peridineen, einigen Bacillariaceen wie *Melosira granulata* und *crenulata, Cyclotella comta, Fragilaria viressens* und *Asterionella;* ferner durch die Chlorophyceen wie *Eudorina, Pandorina, Dimorphococcus,* die Pediastreen, Coelastreen u. a. m. Seine Hinneigung zur schwach mesosaproben Seite ergibt das Vorkommen von *Cladothrix, Aphanizomenon, Euglena oxyuris, Trachelomonas volvocina, Melosira varians, Synedra actinastroides, Scenedesmus quadricauda* und *Dictyosphaerium pulchellum* zu erkennen.

Noch vermehrt wird die Zahl der im Schlawasee planktonisch aufgefundenen Algen durch die Untersuchung der Proben aus den Sommermonaten 1918. In ihnen war von Bacillariaceen noch *Synedra berolinense* Lemm., *Cymatopleura Solea* W. Sm., *Surirella robusta* Ehrbg. und *S. splendida* Kütz. hin und wieder zu bemerken; ebenso noch eine Anzahl limnetischer Desmidiaceen, z. B. *Closterium*

---

1) APSTEIN, C., Das Süßwasserplankton. Kiel und Leipzig 1886, Seite 186.

2) NITARDY, E., Zur Biologie des Grunewaldsees bei Berlin. in: Mitteil. a. d. Königl. Landesanstalt f. Wasserhygiene. Heft 19. Berlin 1914.

3) KOLKWITZ, R. und MARSSON, M., Ökologie der pflanzlichen Saprobien, in: Berichte d. Deutschen Bot. Gesellsch. Jahrg. 1908, Band XXVI. a Berlin 1908.

aciculare T. West, das bis 400 μ lang und nur 5 μ breit war, ferner mehrere Arten von *Staurastrum*, wie *S. cuspidatum* var. *longispinum* Lemm., *S. pelagicum* W. et G. S. West, *S. gracile* Ralfs und *S. tenuissimum* var. *anomalum* Lemm.

Auch eine Anzahl Chlorophyceen konnten neuerdings noch nachgewiesen werden, wie *Cryptomonas erosa* Ehrbg., *Trachelomonas intermedia* Dang., *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* Näg., *Ankistropesmus falcatus* var. *duplex* (Kütz.) G. S. West und var. *mirabile* West, *Kirchneriella obesa* (W. West) Schmidle, *Scenedesmus arcuatus* Lemm., *Tetraedron trigonum* (Näg.) Hansg. und *Pediastrum triangulum* var. *angustatum* Nitardy. Letztere Varietät fehlte im August vorigen Jahres. Sie war jedoch vom Mai bis zum Juli ziemlich häufig und zwar in 3 Formen mit stets durchbrochenen Coenobien, nämlich solchen mit 4 Mittelzellen, solchen mit einer wechselnden Anzahl von Mittelzellen in 2 Kreisen und solchen mit spiralig oder gänzlich unregelmäßig angeordneten Mittelzellen. Die Randzellen bildeten gleichsam einen schmalen Ring, auf dem die Spitzen derselben mehr oder weniger unvermittelt aufgesetzt waren.

Merkwürdigerweise traten schon im Juliplankton (2. VII. und 19. VII.) dieses Jahres von *Ceratium hirundinella* wohlentwickelte dreihörnige Cysten auf, während ich solche früher in westpreußischen Seen[1]) erst vom September bis zum Januar nachweisen konnte. Ein derartig früher Termin der Cystenbildung ist bisher auch schon durch SELIGO[2]) bekannt geworden. APSTEIN gibt l. c. Seite 150 frühestens den August an.

Die von mir bearbeiteten Planktonproben aus dem Schlawasee übergab ich gelegentlich auch Herrn Dr. LINDEMANN zur Durchsicht mit der Bitte, die in ihnen enthaltenen Peridiniaceen genau zu bestimmen, was dieser Spezialforscher auf jenem Gebiete bereitwilligst getan hat. Dafür sowie für seine Zeichnungen der beigegebenen Textfiguren erlaube ich mir, auch an dieser Stelle ihm verbindlichst zu danken. Er teilte mir brieflich mit, daß nach seinem Befunde in der limnetischen Region des Sees, abgesehen von *Ceratium*, „eine auffallende Armut an Peridiniaceen“ im Sommer 1918 bemerkbar sei, entgegen dem weit reicheren Vorkommen an Arten und Individuen im August vorigen Jahres. Es ließen sich dort nur 2 Arten auffinden und diese auch nur in wenigen Exemplaren, nämlich *Peridinium cinctum* und *P. polonicum.*

---

[1]) SELIGO, A., Untersuchungen in den Stuhmer Seen, nebst Anhang: Das Pflanzenplankton preußischer Seen von Br. SCHRÖDER. Danzig 1900.

[2]) Ders., Tiere und Pflanzen des Seenplanktons, in: Mikrologische Bibliothek, Band III. Stuttgart (ohne Jahreszahl) Seite 47.

Mehr Ausbeute lieferte aber die Probe, die L. selbst im Juli vorigen Jahres bei dem Städtchen Schlawa unmittelbar am sandigen, unbewachsenen Ufer des Sees, auf das der Wind zustand, entnahm. In dieser Litoralregion kam unter anderem jener *Gonyaulax* vor, den L. in meinen früheren Mitteilungen (Seite 688) als eine neue Varietät von *G. Levanderi* bezeichnet hatte. Diese Form konnte nun lebend untersucht werden, und sie ist bereits von L. im Archiv f. Protistenkunde Band 39, Seite 13, als *G. linuretica* neu beschrieben und abgebildet worden. Sehr selten waren *P. Elpatiewskyi* Ostenf., *P. cunningtoni* var. *psendoquadridens* Lind. und *P. munusculum* Lind., welch letzteres 20—27 µ lang war. Häufiger fanden sich *P. Willei* Huitf.-Kaas und *P. güstrowiense* Lindem.

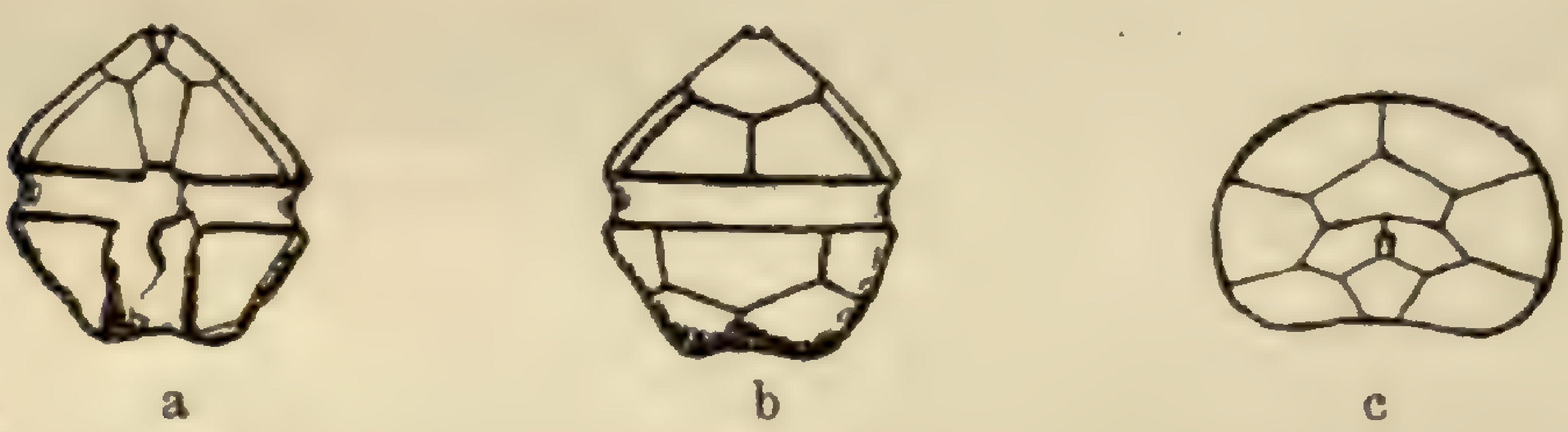


Abb. 1.

Peridinium penardiforme nov. spec. a) Ventral-, b) Doral- und c) Apikalansicht.

Eine bisher unbekannte *Peridinium*art aus dem Litoral des Schlawasees ist das von L. aufgefundene *P. penardiforme*. Seine Originaldiagnose lautet wie folgt: „Zellen eiförmig, dorsoventral stark abgeplattet, am antapikalen Pole schwach eingebuchtet. Länge 30—34 µ, Breite 26—30 µ. Apex vorhanden. Querfurche fast kreisförmig; Längsfurche kaum auf die Epivalva übergreifend, sehr breit, bis zum Hinterende reichend. Valven fast gleich groß. Epivalva kegelförmig, mit 6 pr + 1 r + 2 vap + 1 dap. Die dap. meist nicht ganz bis zum Apex reichend. Hypovalva halbkugelig, unten ausgerandet, mit 5 pst + 2 at; letztere meist gleich groß, selten etwas ungleich. Panzer dick und stark areoliert, oft mit breiten Interkalarstreifen. Zellinhalt farblos; Kern rundlich, zentral.“ (Abb. 1.)

Diese von L. auch schon in anderen Seen beobachtete Form, die mit *P. penardi* ebenso wie im Schlawasee auch in Teichen vorkommt, ist streng von *P. penardi* zu trennen. Beide sind folgendermaßen von einander verschieden:

Peridinium penardi Lemm.	*P. penardiforme* nov. spec.
Zelle dorsoventral kaum zusammengedrückt;	Zelle dorsoventral stark zusammengedrückt;
Panzer stets zart (glenodinium artig), ohne Aräolierung;	Panzer sehr dick, aräoliert;
Längsfurche schmal unten abgerundet;	Längsfurche sehr breit bis zum Ende reichend;
Hypovalva halbkreisförmig;	Hypovalva unten mit einer seichten Einbuchtung;
dap. stets bis zum Apex reichend;	dap. meist nicht ganz bis zum Apex gehend;
dap. in dorsaler Ansicht ganz sichtbar.	dap. in dorsaler Ansicht nicht ganz zu sehen (langgestreckt).

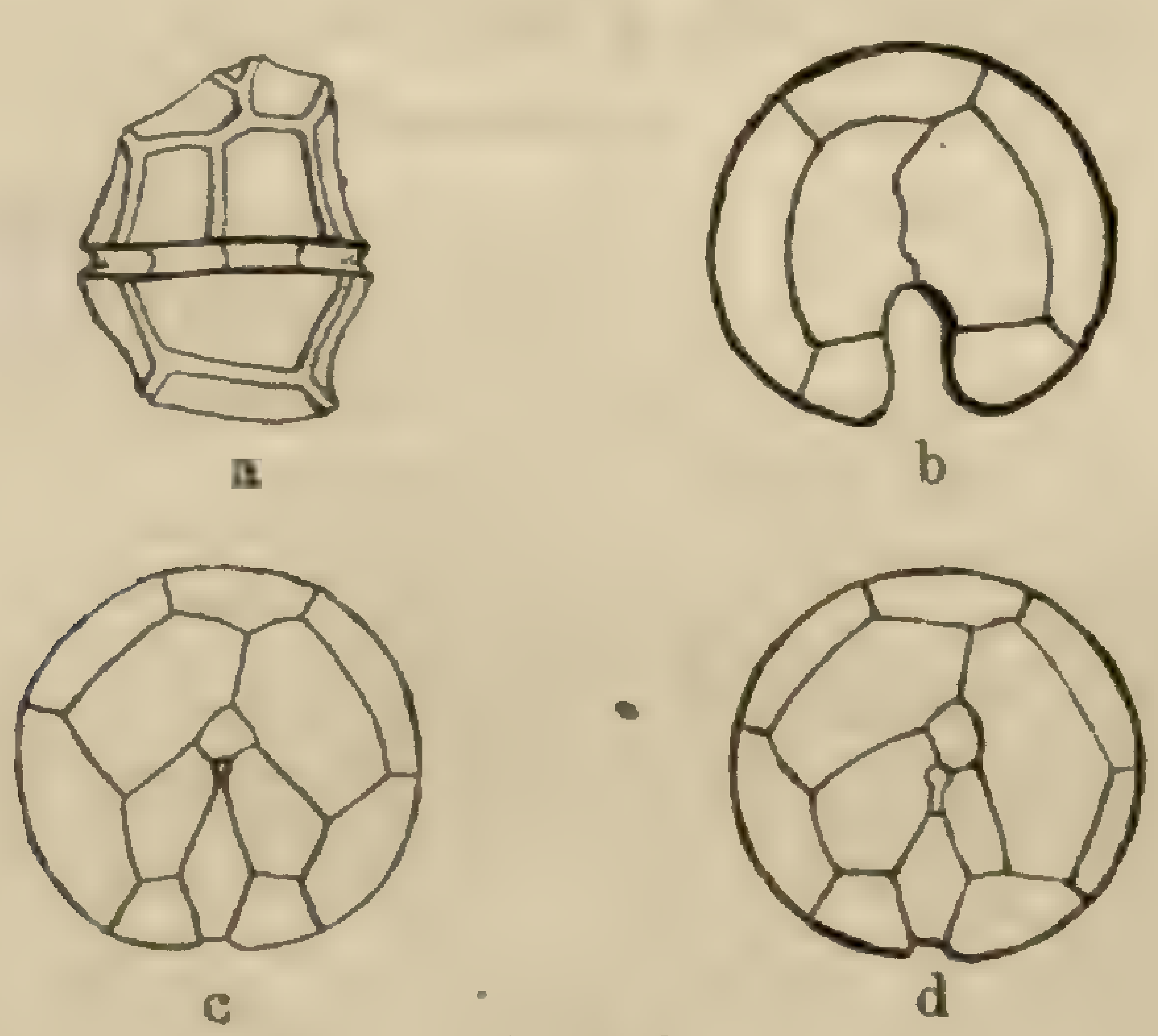


Abb. 2.

a) *Peridinium cinctum* var. *angulatum* nov. var., b) Antapikalansicht einer Jugendform von *Diplopsalis acuta* (Apst.) Entz, c) Apikalansicht von *Diplopsalis acuta typica* und d) dieselbe Ansicht von der *var. travecta* nov. var.

Peridinium cinctum bildet übrigens in der Probe aus der Litoralregion eine eigentümliche Form mit scharfen Seitenkanten in der Vorderansicht, wodurch dieselbe stets eckig erscheint. Die Ventralseite ist plattgedrückter als beim Typus. L. bezeichnet diese Form als var. *angulatum* nov. var. (Abb. 2a). Auch von *Diplopsalis acuta* fand sich eine abweichende Form, die er var. *travecta* nov. var. nennt (Abb. 2d). Sie unterscheidet sich von dem Typus (Abb. 2c) nur durch die Anordnung der Epivalvarplatten. Die Epivalva ist auch hier mit 7 pr + 1 r + 2 vap + 1 map + 2 dap, nur ist der zwischen 6 pr und 7 pr gelegene Interkalarstreifen nach links über den zwischen 1 vap und 1 dap gelegenen hinausgewandert. Derartige „*travecta*-Formen" finden sich auch bei anderen Peridiniaceen (E. LINDEMANN in: Archiv

f. Protistenkunde Band 39). Bei jungen Exemplaren des Typus sieht man oft die zentrale Hypovalvartafel noch durch eine feine unregelmäßige Linie geteilt (Abb. 2b).

Unter den Schwebepflanzen des Süßwassers sind es besonders Bacillariaceen, Chrysomonadinen und Peridiniaceen, bei denen in einer größeren Anzahl von Seen Mitteleuropas von verschiedenen Autoren gewisse Abänderungen in der Ausbildung der Gestalt oder der Größe ihrer Zellen oder in ihrer Anordnung zu Kolonien und Koloniegruppen während verschiedener Jahreszeiten beobachtet wurden. Diese Veränderungen werden als Temporalvariationen (Saisondimorphismen) bezeichnet. Auch im Schlawasee ließen sich besonders an Bacillariaceen derartige Momente wahrnehmen. Von der genannten Algenklasse kommen in dieser Hinsicht folgende 5 Arten besonders in Betracht: *Asterionella gracillima*, *Diatoma tenue*, *Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* und *Cyclotella comta*[1]). Ihre Abänderungen in der Größe der Zellen zu verschiedenen Jahreszeiten und die Anordnung von *Cyclotella* wird durch nachfolgende Tabelle veranschaulicht:

Nr.	Name	Monat				Amplitude der Längen
		VIII.	XI.	II	V.	
1.	*Asterionella*	long. 31—53 μ lat. 6 μ	24—62 μ 6 μ	31—58 μ 6 μ	36 μ 6 μ	24—62 μ
2.	*Diatoma*	—	long. 49—56 μ lat. 4 μ	56—64 μ 6 μ	—	49—64 μ
3.	*Fragilaria*	long. 67—77 μ	49—56 μ	60 μ	50—74 μ	49—77 μ
4.	*Tabellaria*	long. 32—35 μ lat. 7 μ	21—29 μ 8—14 μ	31—32 μ 7—10 μ	25—70 μ 6—11 μ	21—70 μ
5.	*Cyclotella*	1—2 zellig	1—2zellig	2—6zellig	1—2zellig	—

Man ersieht daraus, daß bei *Asterionella* die kleinsten und zugleich aber auch die größten Formen im November angetroffen werden, während in den übrigen Monaten ihre Zellen eine mittlere Größe aufweisen. Im allgemeinen sind allerdings diese Formen aus dem Schlawasee wesentlich kleiner als die aus den Schweizer Seen. Von dort gibt BACHMANN[1]) an, daß ihre Amplitude zwischen 62 und 106 μ liegt, MEYER[2]) dagegen fand dafür 45—111 μ. Die Formen aus dem Schlawasee nähern sich durch ihre geringe Größe nur wenig den Angaben von WESENBERG-LUND über Formen aus dänischen Seen, deren *Asterionella*-Formen 38—98 μ lang sind. Weiter ist über diese Bacillariacee im Schlawasee noch hervorzuheben, daß im Frühjahr und im Sommer *Asterionella* fast nur Kolonien von 8—12strahligen Sternen oder von sternförmigen Doppelspiralen aus 16 und mehr Zellen bildet, dagegen im Herbst und im Winter neben wenigstrahligen Halb- oder Ganzsternkolonien auch häufig solche von ziemlich geraden Zickzackketten von 3—4, seltener 7—8 Zellen auftreten, die ASTRID CLEVE-EULER als *forma tabellarioides* bezeichnet hat[3]). Auch WESENBERG-LUND[4]) gibt für den Sommer das Vorherrschen der Sternform vor der Kettenform bei *Asterionella* an.

---

[1]) WOŁOSZISŃKA, J., Über die Variabilität des Phytoplanktons der polnischen Teiche, in: Bull. de l'acad. des sciences d. Cracovie. Sc. Mathém. et natur. Série B. Sc. nat. Mai 1911. Krakau 1911.

Diatoma tenue fehlt im Schlawasee die ganze wärmere Jahreszeit über im Plankton. Sie tritt nur im Herbst und Winter auf, und zwar sind die Formen vom November wesentlich kleiner und etwas schmaler als die vom Februar. Im November bestehen die Kolonien fast ausschließlich aus dreizelligen, sternförmigen Einzelcoenobien oder aus Syncoenobien von 2×3 Zellen, dagegen bemerkt man im Februar bis 16zellige Ketten, deren Zellen größer und dicker sind als im November.

Bei *Fragilaria crotonensis* konnte ich ermitteln, daß die Länge ihrer Zellen in den Sommermonaten am größten ist, nämlich 50—77 μ gegen 49—60 μ in den Wintermonaten[5]). Dafür fand ich aber die Zellbänder dieser Alge meist kurz und gerade, im Winter hingegen länger und mehr oder weniger gedreht.

Sehr bemerkenswert ist die Temporalvariation bei *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*. Ihre Zellen sind im November am kürzesten (21—29 μ), und im Mai vergrößern sie sich fast auf das Vierfache ihrer Länge vom November. Außerdem zeigte sich im Schlawasee dieselbe jahreszeitliche Veränderung in der Anordnung der Zellen zu Kolonien, wie sie SCHROETER[1]) im Züricher See ebenfalls gefunden hat. Die Sommerformen dieser Alge stellen fast nur Sterne oder Spiralen dar, die Winterform aber vorwiegend Ketten. Im Mai fanden sich im Schlawasee geschlossene Sterne oder Spiralen mit 6—8 teils sehr kurzen, teils erheblich verlängerten Strahlen, im August sogar solche mit 10—16 Strahlen, dagegen ordneten sich im November die einzelnen Zellen eines Verbandes in dreifacher Weise an, entweder in reinen Zickzackketten, oder ½ bis ¾ Sterne mit anhängender Kette, wie sie BACHMANN l. c. Seite 146, Fig. 138 und 140 abbildet, oder nur selten kommt es zur Ausbildung von 8 strahligen Sternen, die aber nie geschlossen sind, sondern eine deutliche Lücke aufweisen.

---

[1]) BACHMANN, H., Das Phytoplankton des Süßwassers. Jena 1911.

[2]) MEYER, Lac de Bret. Dissertation. Lausanne 1904.

[3]) CLEVE-EULER, ASTRID, Das Bacillariaceen-Plankton in Gewässern bei Stockholm, in: Archiv f. Hydrobiologie. Band VI. Stuttgart 1910.

[4]) WESENBERG-LUND, C., Plankton Investigations of the Danish Lakes, S. 85. Kopenhagen 1903.

[5]) Dieselben Ergebnisse erhielt auch LEMMERMANN bei seinen Messungen der Zellängen von dieser Alge aus dem Großen Plöner See und dem Schluensee (Forschungsber. a. d. Biol. Station z. Plön. Band X, Seite 170—171. Stuttgart 1903, desgl. aus dem Züricher See auch VOGLER, P., Bisherige Resultate variationsstatistischer Untersuchungen an Planktondiatomaceen, ebenda Band XII, Seite 91, Abschn. 4.

Am auffallendsten ist die Temporalvariation bei *Cyclotella comta*, die im Schlawasee das ganze Jahr in Einzelscheiben vorkommt mit Ausnahme des Februars, wo sie häufig 2—6zellige, gerade, kettenförmige Verbände bildet, die von einer zylindrischen und ziemlich dicken Gallerthülle umgeben sind, wie ich sie bei *C. Schroeteri* früher schon gezeichnet habe[2]). Ganz die gleiche Temporalvariation führt BACHMANN l. c. Seite 129 aus den Schweizer Seen an.

Im Novemberplankton war außerdem noch *Synedra delicatissima* in einer Form anzutreffen, bei der die sonst freien Einzelzellen radiär angeordnet zu einem Büschel vereinigt sind, wie dies auch OSTENFELD[3]) aus isländischen Seen angibt.

Waren also jahreszeitliche Veränderungen bei einer Anzahl von planktonischen Bacillariaceen im Schlawasee deutlich wahrnehmbar, so ist dies bei der Chyromonadine *Dinobryon* und der Peridiniacee *Ceratium hirundinella* nicht in so ausgeprägter Weise der Fall, wie in anderen Gewässern. *Dinobryon* konnte deshalb nicht berücksichtigt werden, weil Vertreter dieser Gattung nur ganz vereinzelt oder selten und nicht zu verschiedenen Jahreszeiten zu finden sind. Weit besser würde sich dazu *Ceratium hirundinella* eignen, das im Mai aufzutreten beginnt, im November verschwindet und namentlich im Juli und August außerordentlich häufig wird. Es hat sich aber im Laufe meiner Untersuchungen der Formen aus verschiedenen Monaten gezeigt, daß die aufgefundenen Formen die ganze Vegetationsperiode hindurch in ihrer Gestalt und ihrer Größe fast unverändert bleiben. Um über diesen Punkt einen sicheren Anhalt zu haben, zeichnete ich aus den Monaten Mai, Juli, September und November eine größere Anzahl Individuen der verschiedenen Formentypen von *Ceratium hirundinella* bei derselben Vergrößerung und Körperlage in Dorsalansicht, um an den erhaltenen Figuren die Maße und Formen vergleichen zu können, wobei sich dann ergab, daß die Formen vom Mai bis November von ziemlich übereinstimmender Größe und Gestalt waren. Es fanden sich in der genannten Zeit immer nur dieselben Formentypen, nämlich der Carinthiacum-, Austriacum-, Brachyceroides-, Furcoides- und Silesiacumtypus. Vom Furcoidestypus trat die Form mit dem stark verlängerten Antapikalhorne sowohl im Mai wie im August[1]) und im Oktober auf. Vierhörnige Formentypen, wie der Scotticum-, Gracile-, Robustum- und Piburgensetypus wurden niemals während der ganzen Vegetationsperiode von *Ceratium* bemerkt. Von einer Temporalvariation bei *Ceratium hirundinella* kann also im Schlawasee keine Rede sein, wenn eine solche auch für flache Gewässer, wie Teiche, tatsächlich nachgewiesen ist.[2])

---

[1]) SCHROETER, C., Die Schwebeflora unserer Seen, in: Neujahrsblatt d. Naturf. Gesellsch. Zürich 1897.

[2]) Siehe Band XXXV, Tafel 10, Fig. 4 dieser Berichte.

[3]) OSTENFELD, C. H., A Regular Fortnightly Exploration of the Plankton of the two Icelandic Lakes, Thingvallavatn and Myvatn, in: Proc. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XXV, Part XII, Seite 1114, Taf. 2, Fig. 17. Edinburgh 1906.

---

1) l. c. Seite 686, Abt. 1, Fig. 9.

2) LIST, TH., Über Temporal- und Lokalvariation von *Ceratium hirundinella* O. F. M. aus dem Plankton einiger Teiche von Darmstadt und einiger Kolke des Altrheines bei Erfelden, in: Archiv f. Hydrobiologie Band VIII. Stuttgart 1913; ebenso WOŁOSZIŃSKA, J., l. c. Seite 300.

75. E. Jahn: Myxomycetenstudien.

9. Bemerkungen über einige seltene oder neue Arten.

(Mit Tafel XVIII.)

1. *Ceratiomyxa caesia* sp. n.

Als im Juni 1916 der Botanische Verein der Provinz Brandenburg den Pfingstausflug nach der Forst Gramzow in der Uckermark machte, bemerkte der schwedische Botaniker Dr. AFZELIUS auf dem Wege durch den Buchenwald auf einem faulen Ast ein großes, eigentümlich blaugrün gefärbtes Plasmodium. Da ich wegen der Vorbereitung der Versammlung nach dem Dorf Melzow vorangegangen war, nahmen einige der Teilnehmer den Ast auf und überbrachten ihn mir. Im Vereinsbericht über die Versammlung ist der Fund kurz erwähnt (Nr. 5, S. 180 und 214).

Das aus mehreren Stücken bestehende, im größten Teil etwa einen qdm messende Plasmodium hatte eine leuchtend blaugrüne Farbe, wie sie etwa der Gardasee an einem schönen sonnigen Tage zeigt. Einige Teile waren noch formlos, an andern konnte man schon erkennen, daß es sich um eine ähnliche Form wie *Ceratiomyxa porioides* handelte. Um reife Fruchtkörper zu erhalten, mußte ich das Plasmodium in eine Schachtel packen und mit nach Hause nehmen. Wie zu erwarten war, wurde die weiche Masse unterwegs zum größten Teil so beschädigt, daß sie nicht zur Reife kam. Einzelne kleinere Fruchtlager entwickelten sich aber vollständig und brachten reife Sporen.

Soviel man an diesen etwas kümmerlichen Stücken sehen kann, haben die Fruchtkörper ungefähr das Aussehen von *Ceratiomyxa porioides*. Die Poren scheinen ein wenig unregelmäßiger, die sie trennenden, ein Netz bildenden Wände ein geringes breiter zu sein. Die Sporen sind farblos, 12—14 μ lang und 6 μ breit, also ungefähr so breit und meist ein wenig länger als die von *C. porioides*.

Die lebhafte Farbe des Plasmodiums blaßt beim Eintrocknen ab, sodaß nur ein fahles Spangrün übrig bleibt. Der Farbstoff ist nicht an Körner gebunden, sondern durch das ganze Plasma gleichmäßig verteilt. Im eingetrockneten Fruchtkörper sitzt er in den verhornten Häuten, die von den Sporenträgern schließlich übrig bleiben.

Merkwürdig ist, daß diese auffallend gefärbte Form niemals beobachtet ist. Auffallend ist sie allerdings nur während einer kurzen Zeit ihres Lebens. Im eingetrockneten Zustande gleicht die grünliche Kruste des Fruchtkörpers ganz den Sporenlagern mancher Hyphenpilze (*Trichoderma viride*, *Penicillium*, *Hypochnus chalybaeus*), wie sie auf alten Zweigen fast immer zu finden sind, und so entgeht sie leicht der Aufmerksamkeit.

2. *Badhamia versicolor* Lister (1901).

Diese Art, die durch den Reverend CRAN erst im Jahre 1901 in Aberdeenshire in England an der Rinde lebender Bäume aufgefunden ist, war bisher nur ein zweites Mal in Colorado durch BETHEL nach dem Bericht von STURGIS (1907 Nr. 4) beobachtet worden.

Ich habe sie zweimal gefunden, das eine Mal (IX. 1910) an der Rinde einer alten Weide auf dem Weg von Oderberg nach Liepe (Prov. Brandenburg). Die kleinen Sporangien sind hier kalkreich und weißlich. Sie sitzen zerstreut oder in kleinen Gruppen auf der Rinde.

Ein zweites Mal erhielt ich sie auf der Rinde von *Acer pseudoplatanus*, die ich aus Chesières (Kanton Waadtland) mitgebracht und in Glasschalen gelegt hatte (VII. 1912). Nach etwa einem Monat waren plötzlich auf den Flechten dieser Rindenstücke die kleinen Fruchtkörper vorhanden. Leider hatte ich das Plasmodium nicht gesehen. Die Sporangien sind hier arm an Kalk und bräunlich-fleischfarben.

Die Sporen, die in kleinen Ballen liegen, haben in beiden Funden die normale Eiform mit dem blassen zugespitzten und dem warzigen abgerundeten Pol. und die normale Größe (etwa 12 μ × 9 μ).

Bei der Kleinheit und unscheinbaren Färbung der Fruchtkörper sind sie sehr leicht zu übersehen.

3. *Badhamia decipiens* Berkeley.

Wenn man Rinden der Pappel, Weide, des Ahorns, auch der Linde und anderer Laubhölzer, die mit Moos und Flechten bewachsen sind, einige Zeit mäßig feucht in Glasschalen liegen läßt, erscheinen nach meiner Erfahrung mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 30 % die Sporangien einer merkwürdigen *Badhamia*. Ehe sie völlig reif sind, sehen sie grünlich-gelb gesprenkelt aus. Wenn einzelne Sporangien zur Ausbildung kommen, sind sie sehr klein, 0,3—0,5 mm groß, blaßgelb, unter ~~einer~~ scharfen Lupe von eigentümlich wulstig höckeriger Oberfläche. Meist bilden sich aber zierliche kleine Plasmodiocarpien, die oft gekrümmt sind und Ringe bilden. Bisweilen bleibt die Farbe dunkel gelblich-grün. Die Sporen sind dunkel, warzig, etwa 11 μ groß, auf einer Seite deutlich mit einem hellern Flecken. In Ballen sitzen sie nicht zusammen. Das Capillitium ist gelb.

Ich war im Zweifel darüber, ob ich diese Form als *B. decipiens* oder als *B. nitens* aufzufassen hätte. Wenn man die Beschaffenheit der Sporen als das entscheidende Merkmal betrachtet, kommt allerdings nur *B. decipiens* in Frage. Frl. LISTER, der ich die hellen und dunkeln Formen schickte, entschied sich ohne Schwanken für *B. decipiens.* Indessen hat mir Herr JAAP (Nr. 164) dieselbe Form übersandt, die er im Freien auf alter Eschenrinde gesammelt hatte. Hier kleben die Sporen zwar nicht in regelmäßigen Ballen, wie bei *B. versicolor* oder der typischen *B. nitens* zusammen, haften aber unregelmäßig aneinander und haben einen deutlicheren farblosen Pol. Ebenso hat Frl. LISTER neuerdings (Nr. 2 S. 71) als var. *reticulata* eine Form von *Badhamia nitens* beschrieben, die in den Sporen schon sehr an *B. decipiens* erinnert. Andererseits sind die zwei typischen Stücke von *B. decipiens*, die ich besitze (eines aus Wernigerode, Harz, LISTERs Monographie p. 36 Nr. 2074) durch die größeren orangeroten, abgerundeten Sporangien sehr verschieden. Die Grenze zwischen beiden Arten scheint also wie bei vielen andern Formenkreisen der Myxomyceten recht willkürlicher Art zu sein.

4. *Badhamia ovispora* Raciborski.

Diese seltene und eigentümliche Form, die RACIBORSKI 1884 zuerst in Polen auffand und 13 Jahre später SAUNDERS in England auf Mist beobachtete, ist mir aus Norddeutschland im ganzen 4 mal bekannt geworden. Einmal fand ich sie mit Dr. DUYSEN zusammen 1911 auf altem Holz, das am Ufer des Schlachtensees bei Berlin lag und offenbar lange im Wasser gelegen hatte, zweimal erhielt ich sie auf Kaninchenmist, den ich für die Kultur der Polyangiden ausgelegt hatte, ein viertes Mal endlich übersandte sie mir Herr JAAP, der sie bei Triglitz in der Priegnitz auf altem Dung gefunden hatte. Einen meiner Funde habe ich früher (1915, Nr. 1, S. 207) kurz erwähnt, da *B. ovispora* zweifellos zu den coprophilen Arten gehört.

5. *Physarum straminipes* Lister.

Erst im Jahre 1898 hat LISTER diese Art beschrieben, die durch die eigenartige Verteilung der Warzen auf den Sporen leicht kenntlich ist. Sie war nur aus verschiedenen Standorten in England bekannt, bis ich sie 1903 auf alten Kohlstrünken in Karlshorst bei Berlin von Herrn RAMLOW erhielt. Im Jahre 1916 fand ich sie auf vorjährigen faulen Kartoffelstengeln bei Paulinenaue (Havelland), im Juni wiederum in typischer Form. Sie ist auf ähnlichen Substraten wahrscheinlich weit verbreitet.

6. *Physarum sulfureum* Alb. und Schw.

Durch einen Fund von ROBERT E. FRIES in der Nähe von Upsala wurde im Jahre 1897 und 98 diese Form bekannt, die zunächst von ARTHUR LISTER als eine Varietät des vorwiegend amerikanischen *Ph. variabile* betrachtet wurde. Nach einiger Zeit wurde man auf die naturgetreue Abbildung im Conspectus fungorum von ALBERTINI und SCHWEINITZ (1805) aufmerksam. R. E. FRIES hat später darüber berichtet und darauf hingewiesen, daß das *Physarum flavum* seines Großvaters wohl mit dieser Art identisch sei (Nr. 6, S. 734). Im Jahre 1908 übersandte mir Herr JAAP sehr schöne Sporangien dieser Art, die er auf faulen Zweigen in einem Erlengehölz gefunden hatte (bei Triglitz in der Priegnitz. 1. X. 08). 2 Jahre später fanden wir es auf einem Ausflug nach Finkenkrug auf einem Birkenzweig, der von zahlreichen Sporangien bedeckt war. Wahrscheinlich besitzt diese so selten gesammelte Art noch in Osteuropa eine weite Verbreitung.

7. *Didymium tubulatum* sp. n. (Fig. 1, 2, 3).

Wir verdanken diese merkwürdige Art wiederum dem Sammeleifer und der Formenkenntnis des Herrn JAAP.

Plasmodiocarpien 2 8 mm lang, krustenförmig, faule Stengel bedeckend, etwa 0,2 mm dick, äußerlich ganz an *D. dubium* oder die Plasmodiocarpien von *D. difforme* erinnernd. Die obere weiße, oft etwas grubige Kalkkruste liegt ganz wie bei *D. difforme* einer zarten, durchsichtigen, kaum bräunlich gefärbten Haut auf. Die Unterseite der Sporangien wird ebenfalls von einer zarten, im auffallenden Licht schwach gelblichen Haut gebildet, die von zerstreuten Kalkkristallen bedeckt ist (Fig. 1).

Von dieser untern Haut erheben sich bis zur Höhe von etwa 0,18 mm die zierlichen, dichotom sich verzweigenden *Capillitium*fasern, die ganz an die von *D. difforme* erinnern. Die feinsten obern Verzweigungen sind an der obern Haut befestigt. Zwischen diesen Fasern erheben sich ebenfalls aus der untern Haut gelb gefärbte hohle Röhren (tubuli), die wie Säulen zwischen den Fasern mehr oder minder regelmäßig verteilt sind. Am zahlreichsten stehen sie in der Randregion der Sporangien. Sie haben durchschnittlich eine Breite von 30—50 μ und tragen auf der Innenseite der Haut auch oft Kristallgruppen. Oben erweiterte sie sich zu einer Art Trichter (Fig. 2), der sich mit einem schön rot gefärbten Saume an die obere Haut ansetzt. In der Randregion ist der Pfeiler oft sehr dünn und der Trichter sehr groß, sodaß die ganze Röhre wie ein großer Trichter aussieht. Die obern Öffnungen der Trichter sind durch besondere Kalkpfropfen ausgefüllt. Wie Fig. 2 zeigt, kommen Capillitium und Tubuli verwachsen vor, werden also offenbar gleichzeitig angelegt.

Die Sporen sind groß, 14—16 μ, dunkel schwarzbraun, glatt, aber mit charakteristischen Reifen versehen, wie sie in dieser Form bei keinem andern *Didymium* bekannt sind. Sie umziehen, sich in unregelmäßigen Abständen gabelnd (vgl. Fig. 3), die Kugeloberfläche und grenzen auf jeder Halbkugel 2 bis 3 Felder ab; oft sind sie gekrümmt oder sehr verkürzt.

Auf faulen Kartoffelstengeln. Jugenheim a. d. Bergstraße. 21. III. 16. O. JAAP. Nr. 287.

Wunderbar ist auch hier, daß über eine so charakteristische und interessante Art keine Angabe in der Literatur vorliegt. Die einzige Form, die durch den Bau der Sporen an sie erinnert, wäre *D. quitense* Torrend. Wenigstens werden in der Diagnose V-förmige Rippen auf den Sporen erwähnt, die eine unvollkommene Netzskulptur der Sporen hervorrufen. Auch dort sind die Sporen verhältnismäßig groß. Die übrigen Kennzeichen passen allerdings garnicht, die Röhren werden mit keinem Wort erwähnt. Immerhin scheint *D. quitense*, das dem Anschein nach nur einmal in Quito in Ecuador gefunden ist, die nächste Verwandte der vorliegenden Art zu sein.

8. *Didymium Trochus* Lister.

Seit sie LISTER 1898 beschrieben hat, ist die Art außerhalb Englands nur von TORREND in Portugal gefunden worden. Ich bekam sie zuerst im Jahre 1909 von Herrn H. KUNTZEN auf Kohlstrünken bei Karlshorst; dann ist sie zweimal bei mir auf Kaninchenmist in Polyangidenkulturen aufgetreten, endlich hat sie mir 1915 Herr JAAP auf altem Dung aus Triglitz zugesandt. In allen Formen zeigt sie immer die charakteristischen Warzen der Sporen. Die Sporangien sind zwar meist mehr abgerundet und deutlicher gestielt als die von *Didymium difforme*, aber die *Columella* und die Kreiselform der Sporangien sind nie so deutlich, wie sie LISTER für die englischen Funde abbildet. Oberflächlich ist sie sehr leicht mit *D. difforme* zu verwechseln.

9. *Leptoderma iridescens* G. Lister.

Die lange verkannte Form ist 1913 von Frl. LISTER (Nr. 3. p. 1.) als neue Gattung aufgestellt und bald darauf außer in England auch in der Schweiz von ihr und von MEYLAN nachgewiesen worden. Mir sind aus Norddeutschland 2 Funde bekannt: einmal sandte mir Herr JAAP auf Kiefernadeln eine Anzahl gut entwickelter Sporangien (XII. 1913). Dann zeigte es mir bei einem gemeinschaftlichen Ausflug P. CLAUSSEN an einem lebenden Birkenstamm zwischen Ptilidium (XI. 1914. Eberswalde). Die charakteristischen Kristalle waren in beiden Fällen vorhanden.

10. *Licea tenera* sp. n. (Fig. 4, 5, 6).

Sporangia 0,3—0,4 mm groß, unscheinbar, kugelig, mit breiterer Fläche aufsitzend, hellbräunlich, glitzernd, wenn sie noch mit der Haut bedeckt sind. Sporangienhaut gelblich-braun, durchsichtig, glatt, auf der Innenseite nur hier und da mit Körnchen besetzt (Fig. 4 u. 5) ohne vorgebildete Aufrißstellen, bei der Reife oder bei Berührung in unregelmäßigen Fetzen zerreißend. Sporen etwa 12 μ, kugelig, hell, schwach bräunlich fleischfarben, mit zahlreichen kurzen Stacheln bedeckt, auf der einen Seite mit einem hellen Pol. Capillitium fehlt (Fig. 6).

In Glasschalen auf der Rinde von *Acer pseudoplatanus*, die ich aus Hohenschwangau (Oberbayern) mitgebracht hatte. XII. 1915.

Auf der Rinde saßen zerstreut etwa ein Dutzend Fruchtkörper. Bei ihrer Kleinheit und unscheinbaren Färbung waren sie nur mit der Lupe deutlich zu sehen. Alle waren ungefähr gleich groß und gleich regelmäßig kugelig.

Zweifellos handelt es sich um eine Art, die *Licea flexuosa* nahesteht.

11. *Licea singularis* sp. n. (Fig. 7—12).

Ich hatte Bedenken, dieser eigentümlichen Form überhaupt einen Namen zu geben, weil ich im ganzen nur 2 Sporangien von ihr gesehen und nur eines untersucht habe. Ich fand sie auf einem Stück eben derselben Ahornrinde von Hohenschwangau, auf der auch *Licea tenera* erschien. An einer Stelle saßen die Fruchtkörper einer winzigen Polyangide aus der Gattung *Chondrococcus*. Als ich sie unter einer scharfen Lupe ansah, bemerkte ich zwischen ihnen ein kleines kugeliges Sporangium und nach längerem Suchen ein zweites. Das eine ging beim Aufnehmen verloren, das zweite lieferte ein Präparat. Durch wiederholtes Umbetten und die Versuche mit den Sporen ist allerdings auch von diesem kärglichen Material nicht viel übrig geblieben.

Ich beschreibe sie dennoch, weil sie auf alter flechtenbedeckter Rinde vielleicht später wieder beobachtet wird und weil ihre Sporen und die Sporangienhaut so charakteristisch sind, daß sie jederzeit erkannt werden kann.

Sporangien ca. 0,2 mm groß, bräunlich, mit gelblich-brauner Haut. Die Haut trägt eine feine Skulptur kleiner Wärzchen, die erst bei Anwendung einer $^1/_{12}$ Öl-Immersion hervortreten. Sie sitzen (Fig. 8) oft nahe zusammen und bilden geschlängelte Reihen, die in bestimmtem Abstand voneinander bleiben und ein zierliches Muster bilden. Aufrißlinien habe ich auf den Stücken der zerdrückten Haut nicht gesehen.

Die Sporen sind glatt, bräunlich, 12 μ groß. Sie zeigen eine Besonderheit, die bisher bei keinem andern Myxomyceten bekannt ist. Als ich sie sah, glaubte ich im ersten Augenblick, es wären zweierlei Sporen vorhanden, runde und abgestutzte, etwa fingerhutförmige. Läßt man sie hin- und herrollen, so sieht man, daß diese Bilder durch die eigentümliche Verteilung der dünnen, farblosen Hautstelle zustande kommt. Bekanntlich ist diese bald als Halbkugel wie bei *Reticularia*, bald als runder Fleck wie bei vielen Stemoniteen und Calcareen entwickelt. Hier haben wir einen Fall, der etwa in der Mitte steht. Die dünnhäutige Stelle erstreckt sich als Kugelzweieck von einem Pol zum andern (vgl. Fig. 7). Sie wird von 2 Meridianen begrenzt und erstreckt sich am Äquator über etwa 60° bis 80°, je nach dem Quellungszustand der stärker quellbaren farblosen Haut. Man sieht an den Figuren leicht, daß man je nach der Lage der Spore sehr verschiedene größte Kreise als optischen Durchschnitt erhält. Stellt man auf den Äquator ein, so erhält man die Fig. 10, in der die Sporen den Abstand der Meridiane am deutlichsten zeigen; erscheint der größte Kreis α als optischer Durschschnitt, tritt bei starker Quellung die Kugelgestalt ganz zurück (Fig. 11); bei einem Durchschnitt durch den Kreis β erscheint nur an einer Stelle eine schmale dünne Zone (Fig. 12). Man sieht leicht, bei welcher Einstellung man überhaupt nichts von der dünnen Stelle sehen wird. Der Protoplast liegt immer symmetrisch der dicken Wand angeschmiegt. Im trocknen Zustand (Fig. 9) klappt die dünne Membran nach innen ein, und die beiden starkwandigen Schalen schließen muschelförmig zusammen.

12. *Liceopsis lobata* Torrend (Fig. 13).

LISTER hat diese Form 1891 zuerst in England beobachtet. Dort ist sie wiederholt gefunden worden. Erst in späterer Zeit ist sie einmal in den Pyrenäen und von TORREND in der Nähe von Lissabon gesammelt.

Herr JAAP schickte mir aus dem Sachsenwald bei Hamburg kleine Äthalien, die er auf einem Stumpf von *Picea exselsa* am 15. VIII. 1916 gesammelt hatte. Die Einzelsporangien sind hier nicht frei, sondern, wie bei den englischen Funden, verwachsen, so daß das Äthalium auf seiner Oberfläche ein durch Linien und grubige Einsenkungen gebildetes Netz zeigt. Die Sporen sind normal. Keimungsversuche mißlangen.

13. *Hemitrichia Karstenii* Lister.

Ich habe diese Art, die selten beobachtet wird, im Januar und wieder im Dezember 1915 in einem Gebüsch bei Rüdersdorf, einmal auf alten Lärchenzweigen, das zweite Mal auf Rosenzweigen gefunden. Die Sporangien und Plasmodiocarpien sehen ganz so aus wie die von *Trichia contorta* Die Elateren haben zum Teil blasenförmige Auftreibungen, in den Plasmodiocarpien auf Rosenzweigen sind sie spärlich verzweigt und sehr lang. Die Sporen messen 12—13 μ.

14. *Perichaena pedata* Lister? (Fig. 14—16).

Über den Fund einer gestielten *Perichaena* haben A. und G. LISTER zuerst im Jahre 1904 berichtet. In Lyme Regis (Devonshire) fanden sie kleine Sporangien mit schwarzen etwa 0.3 mm langen Stielen, reichlichem Capillitium und Sporen von 8—9 μ. Gleichzeitig bekamen sie von HUGO BILGRAM in Philadelphia ganz ähnliche Fruchtkörper mit meist kürzeren Stielen. Beide Funde stellten sie als eine neue Varietät *pedata* zu *P. vermicularis*, obwohl die eigentümliche feinwarzige Skulptur der farblosen Innenhaut fehlte.

Neuerdings hat Frl. LISTER (Nr. 2, p. 83) durch den japanischen Sammler MINAKATA wiederum eine gestielte Form erhalten. Die Sporangiumhaut zeigt hier Aufrißlinien und springt beim Eintrocknen ab. Die Sporen sind 8—9 μ, das Capillitium besitzt in einigen Sporangien Dornen, in andern ist es glatt und nur unregelmäßig angeschwollen. Nach diesem Capillitium ist für Frl. LISTER der Beweis geliefert, daß es sich um eine Form von *Perichaena chrysosperma* handelt. Da dort gelegentlich kurz gestielte Formen vorkommen, sind auch die beiden früheren Funde dahin zu rechnen.

In meinen Polyangidenkulturen erschienen schon früher vereinzelt kümmerliche gestielte Sporangien einer *Perichaena*. Im

Juli 1917 fanden sich in einer Schale auf Kaninchenmist etwa 30 Sporangien, die eine genaue Untersuchung erlaubten.

Die Sporangien sind von wechselnder Größe 0,3—0,6 mm. Der Stiel ist sehr verschieden lang, bisweilen bis 0,7 mm, schwarz. Die Farbe der Sporangien ist ockergelb bis bräunlich-gelb. Die Sporangienhaut besteht aus einer farblosen Schicht und einer äußeren Kruste aus Körnchen, die etwa 2 μ groß sind. Im Stiel finden sich schwarze Klumpen von Auswurfstoffen. Das Capillitium fehlt entweder überhaupt oder ist durch kurze mit Körnchen besetzte Stränge vertreten (Fig. 15), die der Haut meist in der unteren Hälfte des Sporangiums in der Stielgegend aufsitzen. Die Sporen sind gelb, 11—14 μ groß.

Durch diese Form wird die Frage der Zugehörigkeit wieder aufs neue verwirrt. Die großen Sporen passen nicht zu *P. chrysosperma*, ebensowenig das eigentümliche Capillitium. Allerdings ist eine große Variabilität sowohl in der Größe der Sporangien wie in der Größe der Sporen und in der Ausbildung des Capillitiums bemerkenswert. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß es sich hier um eine eigene Art aus der weiteren Verwandtschaft der *P. corticalis* handelt. Gestielte Formen können unabhängig in mehreren Verwandtschaftskreisen auftreten.

Literatur.

1. E. JAHN, Über Coprophilie bei Myxomyceten. Verh. d. Botan. Vereins d. Prov. Brandenburg, 1915, Jahrg. 57.
2. G. LISTER, Japanese Mycetozoa. Trans. of the british mycological society. 1914.
3. — — New Mycetozoa. The journal of botany, Vol. 51, Januar 1913.
4. W. C. STURGIS, The myxomycetes of Colorado. Color. Coll. Publ. Science, Serie XII, I, 1907.
5. Verhandlungen d. Botan. Vereins d. Prov. Brandenburg, 58. Jahrg., 1916.
6. ROBERT E. FRIES, Den svenska myxomycetfloran. Svensk botanisk Tidskrift. 1912, Bd. 6, Heft 3.

Erklärung der Tafel XVIII.

Fig. 1. *Didymium tubulatum* sp. n. Plasmodiocarpium. 10 : 1.
Fig. 2. *D. tubulatum.* Capillitium und Tubuli. 200 : 1.
Fig. 3. „ „ Sporen. 500 : 1.
Fig. 4. *Licea tenera* sp. n. Unterer Teil eines zerdrückten Sporangiums. 50 : 1.
Fig. 5. „ „ Sporangium. 25 : 1.
Fig. 6. „ „ Sporen. 500 : 1.

Fig. 7. *Licea singularis* sp. n. Schema einer Spore mit dünner Stelle. 1000 : 1.
Fig. 8. „ „ Skulptur der Sporangienhaut. 500 : 1.
Fig. 9—12. „ Sporen in verschiedenen Lagen. 500 : 1.
Fig. 13. *Liceopsis lobata*. Äthalium. 10 : 1.
Fig. 14. *Perichaena pedata*. Sporen. 500 : 1.
Fig. 15. „ „ Capillitium. 500 : 1.
Fig. 16. „ „ Sporangien. 25 : 1.

76. B. Kalt und A. Schulz: Über Rückschlagsindividuen mit Spelzweizeneigenschaften bei Nacktweizen der Emmerreihe des Weizens.

(Eingegangen am 26. Dezember 1918.)

Die Nacktweizen lassen sich[1] in zwei große Gruppen zusammenfassen, in die Nacktweizengruppe der Dinkelreihe und die der Emmerreihe des (eigentlichen) Weizens. Es gehören zu dieser *Triticum durum, Tr. polonicum* und *Tr. turgidum*, zu jener *Tr. vulgare, Tr. compactum* und *Tr. capitatum*. Nach der Annahme von A. SCHULZ[2] stammen die Nacktweizen der Dinkelreihe von *Tr. Spelta*, die der Emmerreihe von *Tr. dicoccum* ab, jedoch[3] nicht von heute lebenden, sondern von nicht mehr bestehenden Formen dieser beiden Spelzweizenformengruppen. Als spontane, d. h. unabhängig von der menschlichen Kultur[4], entstandene Stammform von *Tr. dicoccum* ist *Tr. dicoccoides* Kcke. anzusehen. Die spontane

---

[1] Vergl. AUG. SCHULZ, Die Geschichte d. kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913) S. 21—22.

[2] a. a. O. S. 15—16.

[3] a. a. O. S. 19 und 21. A. THELLUNG, Neuere Wege und Ziele der botanischen Systematik, erläutert am Beispiele unserer Getreidearten. Naturw. Wochenschrift, Bd. 33 (Jena 1918) S. 449 u. f. (469 Anm. 1) irrt mit seiner Behauptung: „AUG. SCHULZ (Geschichte [1913] 16, 19, 20) vertritt jedoch die Ansicht, daß als Stammformen der Nacktweizen nicht unsere heute lebenden Spelzweizen [d. h. *Tr. Spelta* und *Tr. dicoccum*], sondern ihnen nahestehende, ausgestorbene Formen in Betracht kommen.“ SCHULZ leugnet nicht, daß die Nacktweizen von *Tr. Spelta* und *Tr. dicoccum* abstammen, sondern nimmt nur an, daß die Formen dieser beiden Formengruppen, aus denen die Nacktweizen entstanden sind, heute nicht mehr bestehen.

[4] Die Nacktweizen und die Spelzweizen sind in der menschlichen Kultur entstanden.

Stammform von *Tr. Spelta* ist nicht bekannt[1]). Wahrscheinlich lebt sie aber noch heute, und zwar wie *Tr. dicoccoides* in Vorderasien, jedoch nördlich von dessen Wohngebiete, sie ist nur noch nicht aufgefunden worden[2]).

Da die Nacktweizen, wie vorhin gesagt wurde, offenbar von den Spelzweizen abstammen, so läßt sich erwarten, daß bei ihnen hin und wieder Individuen mit Spelzweizeneigenschaften auftreten. Bei *Triticum vulgare* und *Tr. capitatum* hat vor kurzem H. NILSSON-EHLE solche Rückschläge beschrieben[3]); er bezeichnet sie als „Speltoidmutationen" oder „Speltoide"[4]). Wir wollen hier auf Rückschläge bei Nacktweizen der Emmerreihe hinweisen.

In der unter Leitung von B. KALT stehenden Pflanzenzuchtstation des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle wird seit 1906 unter dem Namen „Elefant" eine Sorte von *Tr. turgidum* angebaut, die angeblich aus Nordamerika stammt. Sie ist offenbar das Produkt der Kreuzung einer Form von *Tr. turgidum* mit schwarzen, behaarten Spelzen und schwarzen Grannen, mit einer Form[5]) dieser Formengruppe mit hellen, unbehaarten Spelzen und hellen Grannen. Hierauf weist die Erscheinung hin, daß bei einer großen Anzahl der Elitenachkommenschaften alljährlich Aufspaltung erfolgt, wobei neben den beiden mutmaßlichen Elternformen und den Intermediärformen auch vereinzelt Individuen mit neuen Eigenschaften, z. B. verzweigter Ährenachse, roter Spelzenfarbe, auftreten.

Bei den meisten der von dieser Sorte im Zuchtgarten der Pflanzenzuchtstation gezogenen Stämme treten — bei den einen mehr, bei den andern weniger — Ähren auf, deren Achsen sich im reifen Zustande durch Biegung, Zug, Stoß oder Schlag ebenso leicht in ihre einzelnen Glieder zerlegen lassen wie die der meisten Emmer- und Dinkelformen, während die Achse der reifen Nacktweizenähre im allgemeinen bei Anwendung größerer Gewalt zwischen den Gelenken zerbricht. Festen Spelzenschluß, den NILSSON-EHLE bei seinen „Speltoiden" beobachtet hat[1]), konnten wir bei den brüchigen Elefantenähren nicht finden[2]). Es steht also hier nicht wie bei den Stammformen der Nacktweizen — *Tr. dicoccum* und *Tr. Spelta*[3]) — die Brüchigkeit der Ährenachse in Korrelation mit festem Spelzenschluß.

---

[1]) Schon der eingehende morphologische Vergleich der Nacktweizen und Spelzweizen der Dinkelreihe mit denen der Emmerreihe läßt aufs deutlichste erkennen, daß beide Reihen nicht, wie dies neuerdings wieder mehrfach, z. B. von B. KAJANUS, Kreuzungsstudien an Winterweizen, Botaniska Notiser 1918 (Lund 1918) S. 235—244 (244), angenommen wird, von einer einzigen Stammform abstammen können.

[2]) Vergl. A. SCHULZ, a. a. O. S. 14—15.

[3]) H. NILSSON-EHLE, Untersuchungen über Speltoidmutationen beim Weizen. Botaniska Notiser 1917 (Lund 1917) S. 305—330.

[4]) Diese Bezeichnungen sind schlecht gewählt, da es ein *Triticum* (*Aegilops*) *speltoides* Godron gibt, das nicht als spontane Stammform von *Tr. Spelta* in Frage kommt, sondern diesem fernsteht. Ganz unzulässig ist es aber, wenn B. KAJANUS (a. a. O. S. 239) derartige Rückschläge als „speltoidesartige" bezeichnet.

[5]) Diese Form war vielleicht nicht rein, sondern aus einer Kreuzung zweier Nacktweizenformen hervorgegangen.

In der Pflanzenzuchtstation wird auch — seit 1911 — ein aus Portugal stammender „Santa Marta" genannter Nacktweizen angebaut, der zu *Triticum durum* Desf. gehört und der Form *Tr. durum murciense* Kcke.[4]) entspricht. Die gebaute Sorte ist im Gegensatz zu „Elefant" durchaus formenrein. Während ein Teil der Ähren dieser Sorte die den Nacktweizen eigentümliche Zähigkeit der Ährenachse aufweist, konnten wir beobachten, daß in zahlreichen Fällen die reife Ährenachse diese Zähigkeit verloren hatte und durch Biegung, Druck, Zug, Stoß oder Schlag mehr oder weniger leicht in ihre einzelnen Glieder zerlegbar war. Auch zeigte sich, wie bei „Elefant", daß sich die Ährenachse in ihrem mittleren Teile am leichtesten in ihre Glieder zerlegen ließ. Ein festerer Spelzenschluß war auch hier wie beim „Elefanten" mit der Brüchigkeit der Ährenachse nicht verbunden, vielmehr zeigte sich auch hier der mehr oder weniger lockere Spelzenschluß abhängig von der Ährchenbekörnung, d. h. der Anzahl der Früchte im einzelnen Ährchen. Bei Ährchen mit 4 oder mehr Früchten umschließen die Spelzen diese weniger fest als bei Ährchen mit 3 und weniger Früchten. Außer der Brüchigkeit der Ährenachse waren bei dieser Form andere Abweichungen, die als Rückschläge zu dem Emmer betrachtet werden könnten, nicht vorhanden.

Halle a. S., den 23. Dezember 1918.

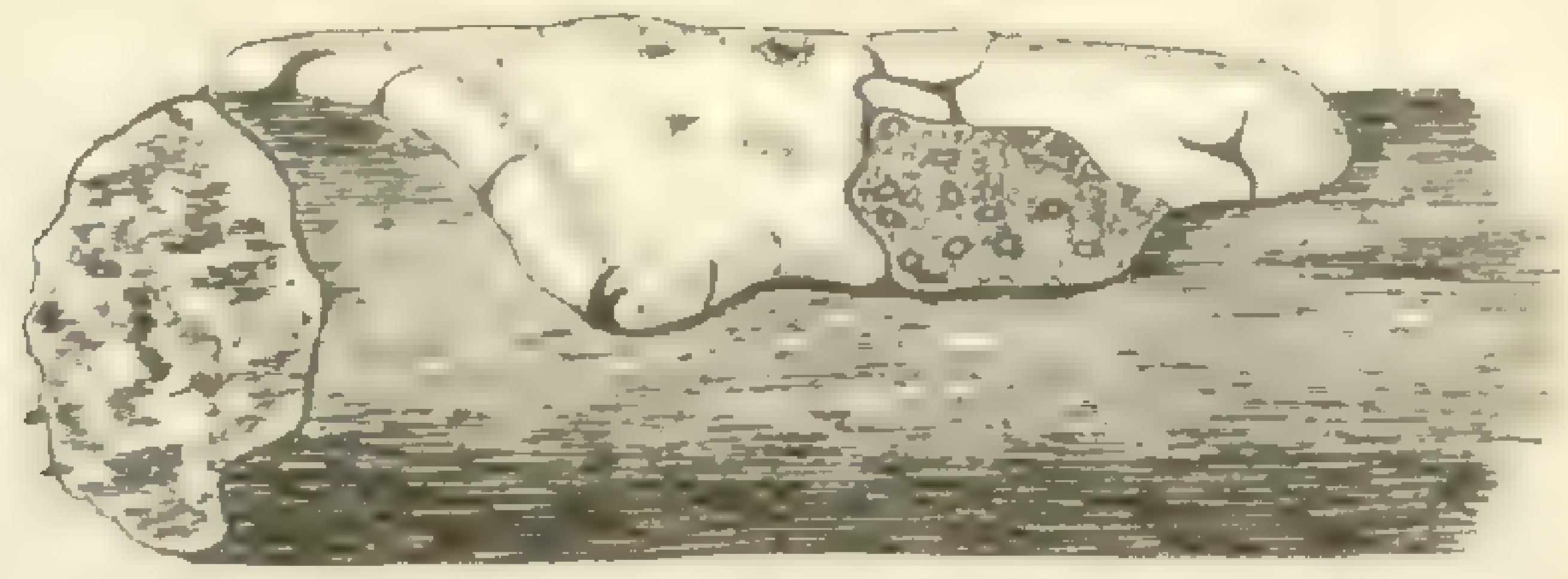
---

[1]) Vergl. NILSSON-EHLE, a. a. O. S. 316.

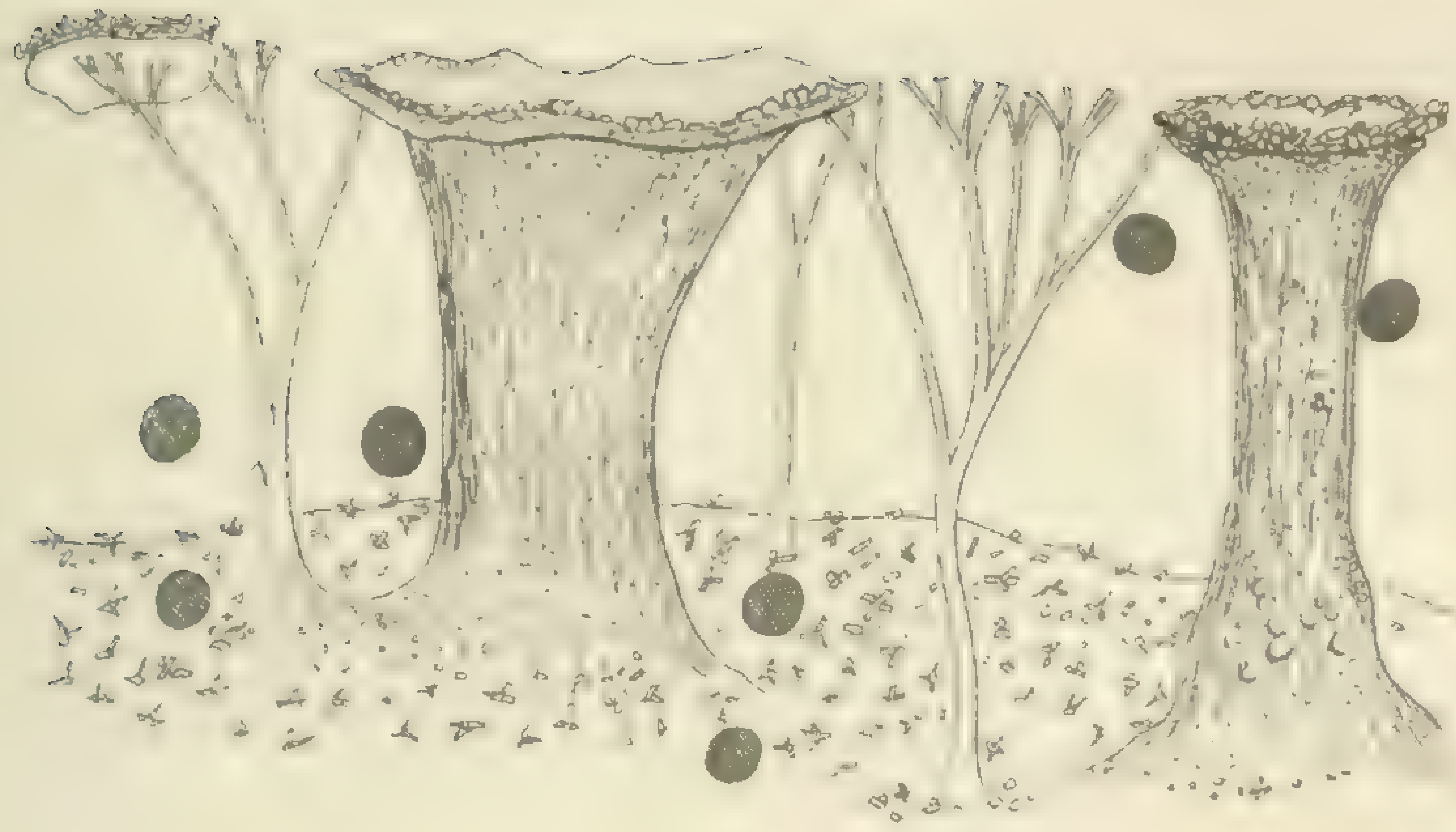
[2]) Dagegen haben wir an zahlreichen Ähren Hüllspelzen gefunden, an denen sich, wie bei NILSSON-EHLEs „Speltoiden", die grünen Streifen bis zur Basis erstreckten. Nach unseren Beobachtungen tritt diese Erscheinung aber auch sonst bei Nacktweizen nicht selten auf.

[3]) Vergl. VON TSCHERMAK in C. FRUWIRTH, Die Züchtung der landwirtsch. Kulturpflanzen, Bd. 4, 2. Aufl. (Berlin 1910) S. 172.

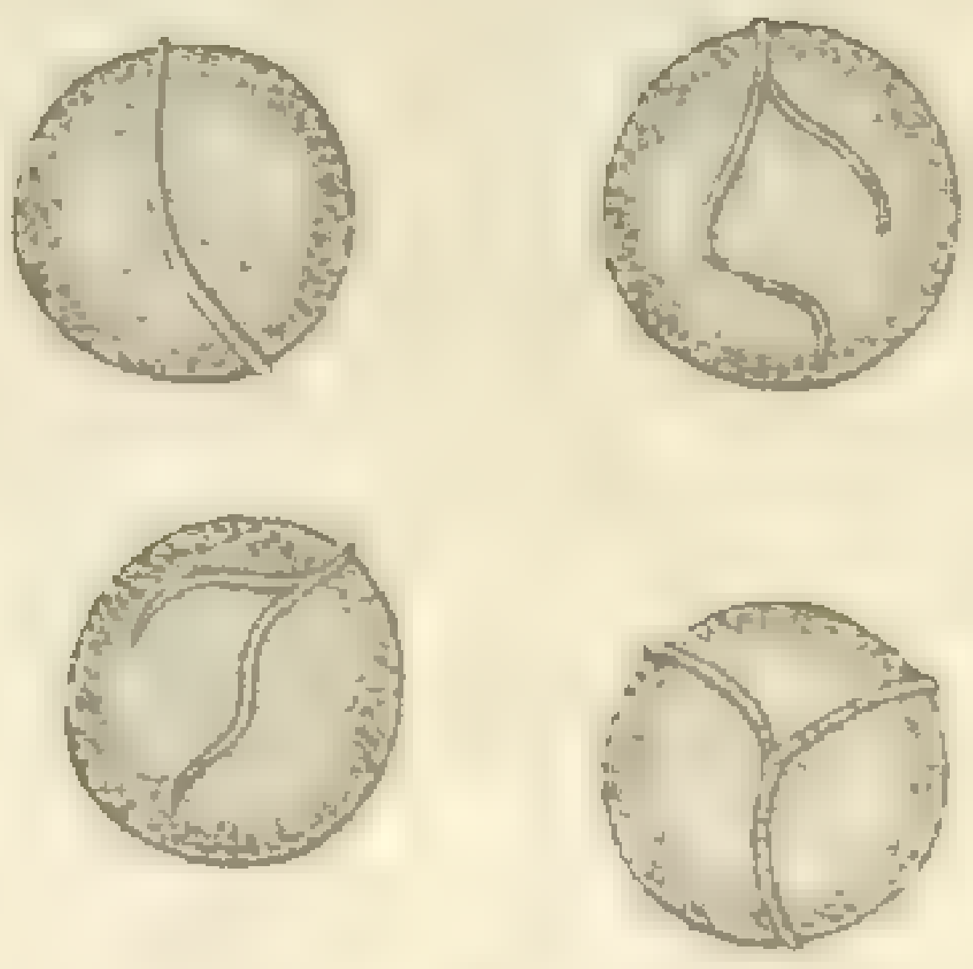
[4]) KOERNICKE, Arten und Varietäten des Getreides (Berlin 1885) S. 68.



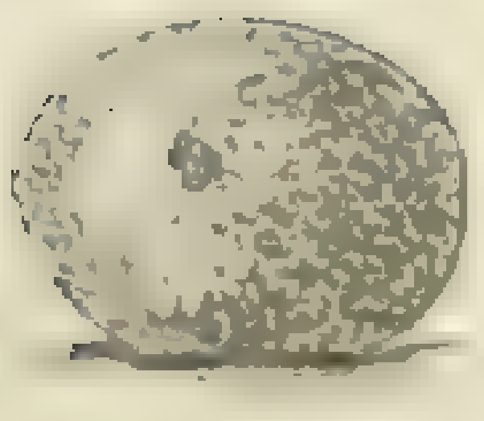
1



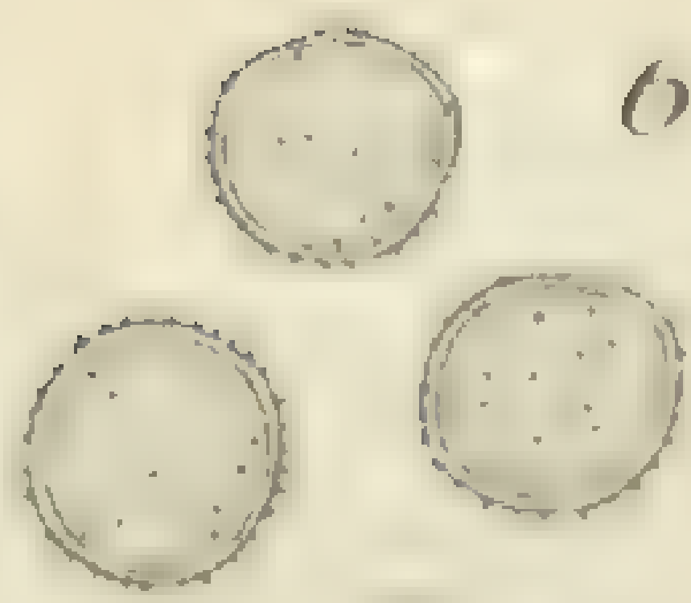
2



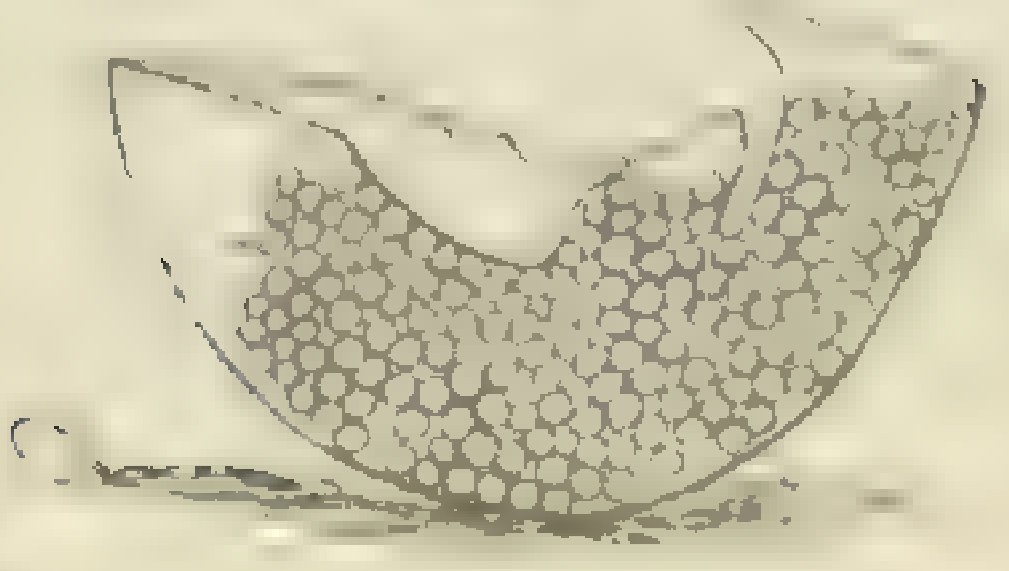
3



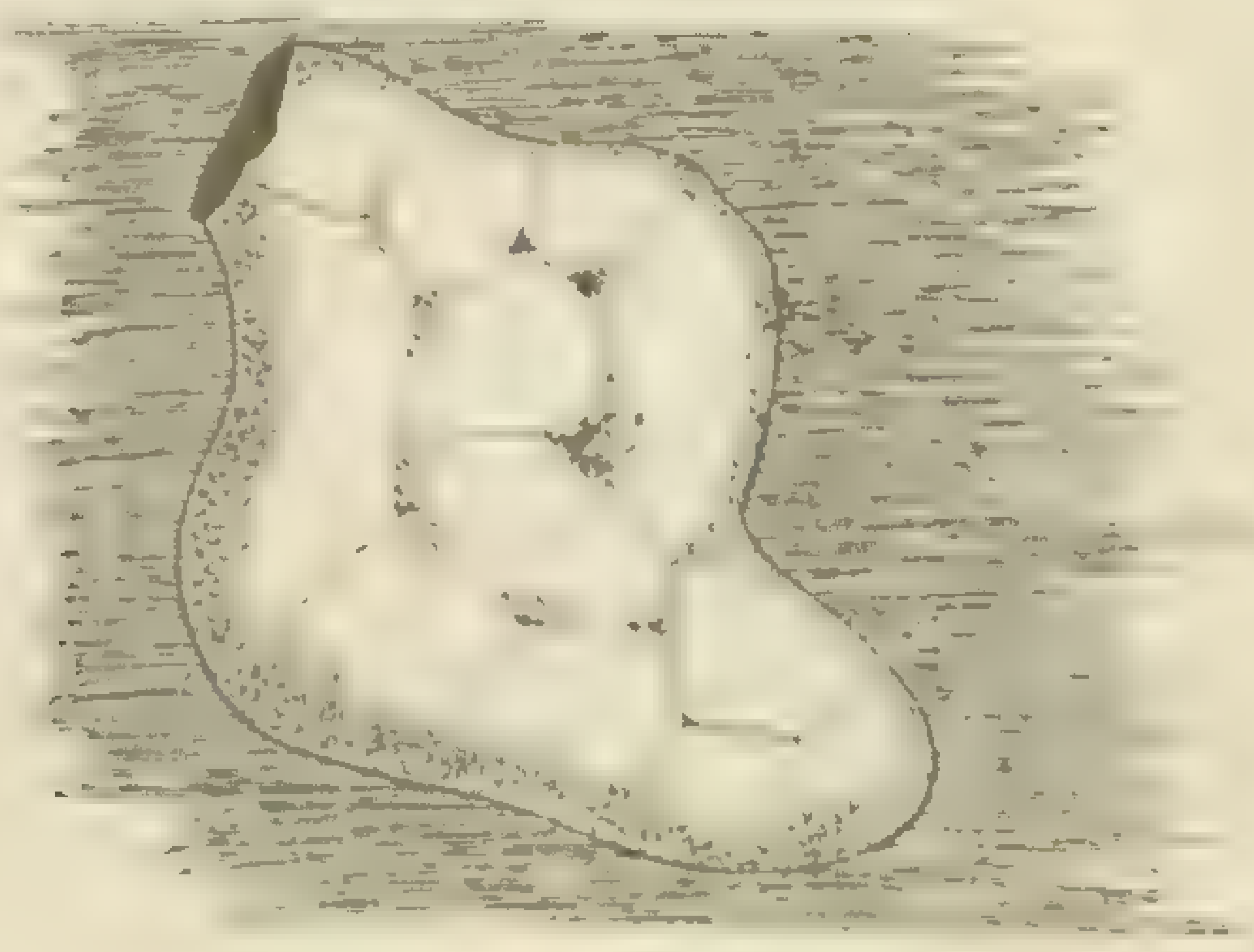
5



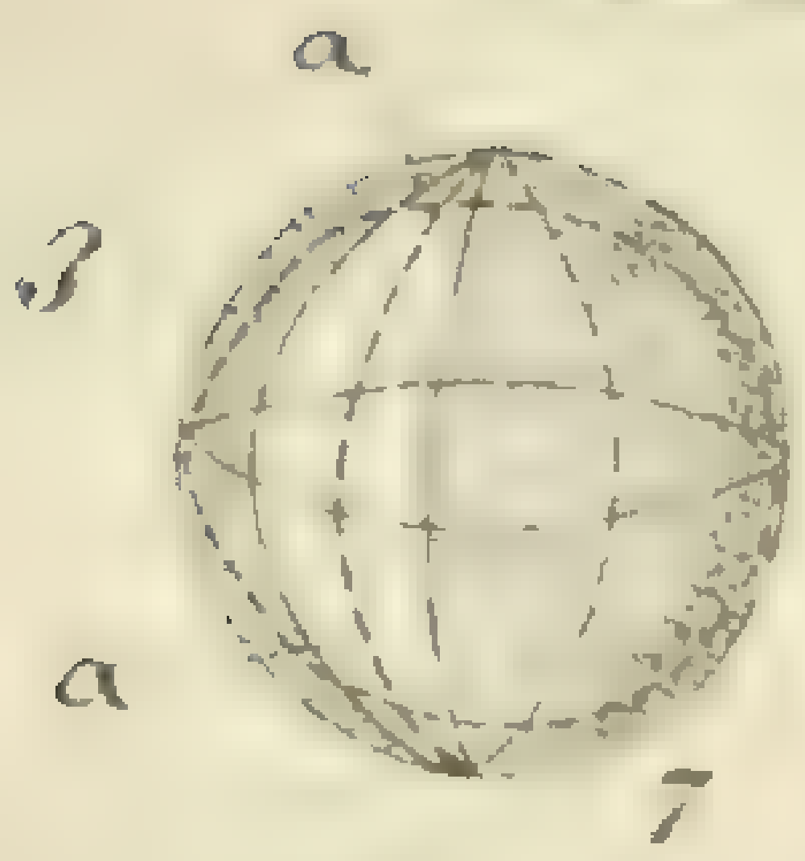
6



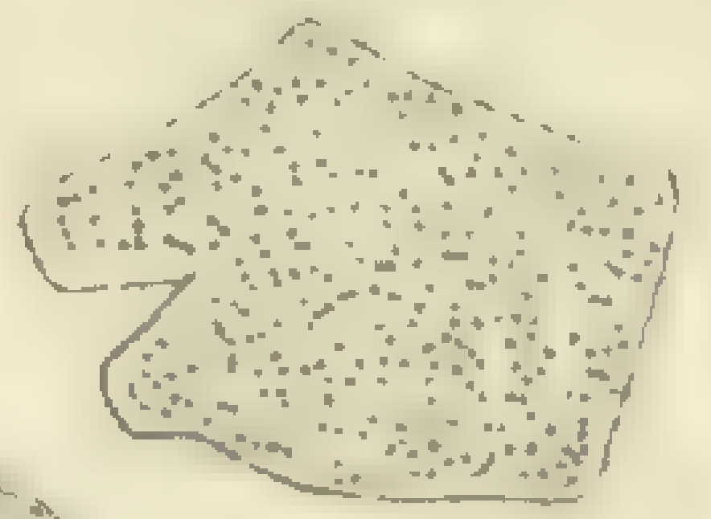
4



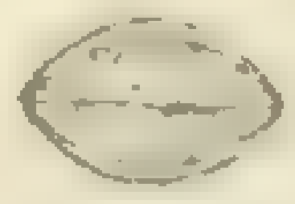
13



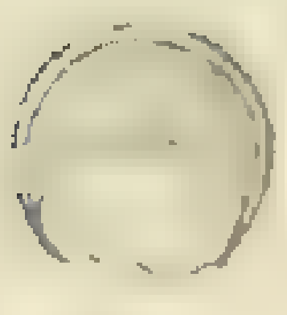
7



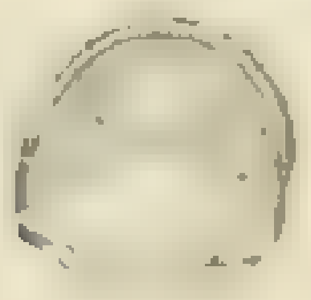
8



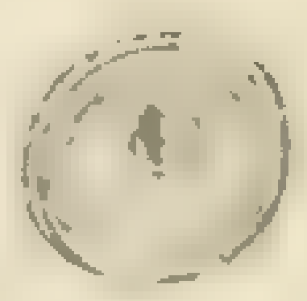
9



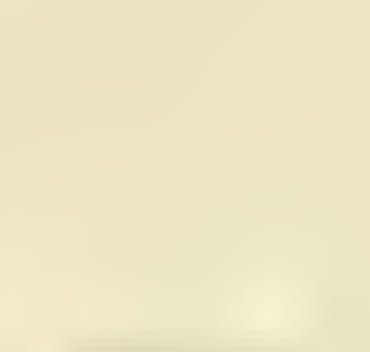
10



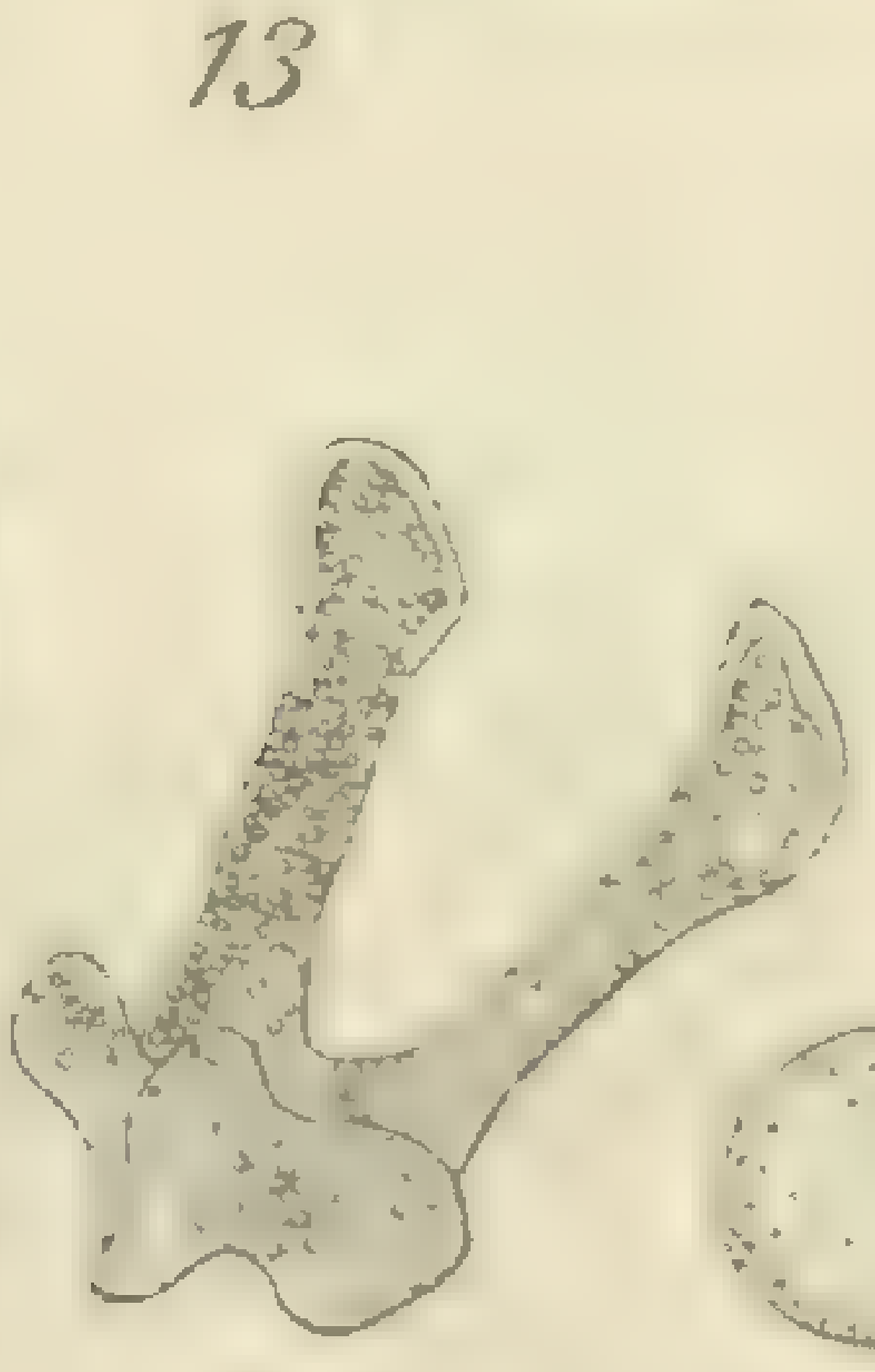
11



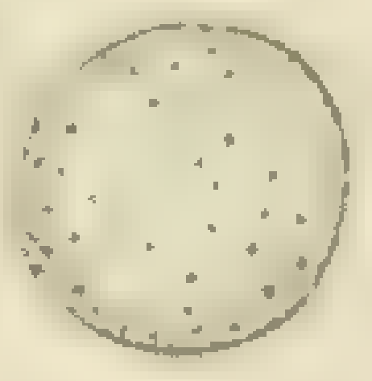
12



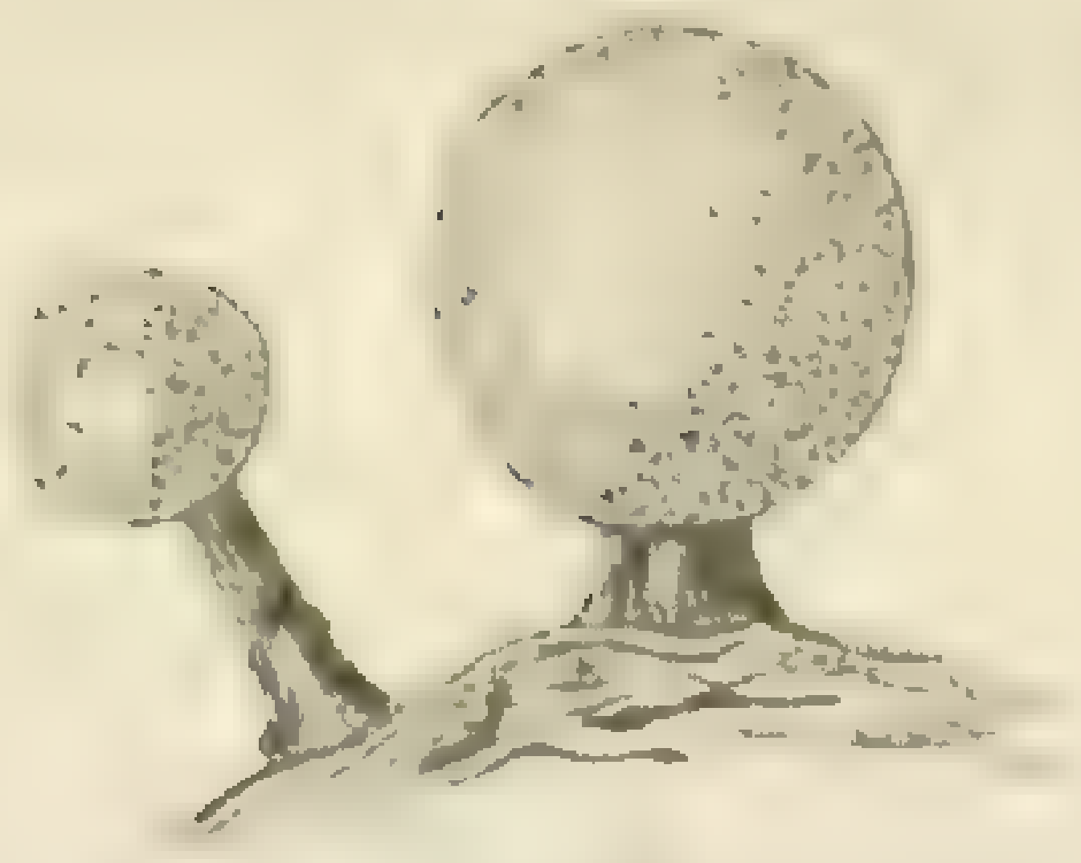
14



15



14



16

H. Laue lith.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1919 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders an Herrn Prof. Dr. P. Lindner, Berlin N, Seestr. 13, Institut für Gährungsgewerbe, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate **August** und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr **statt.**

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten. Den Autoren wird jährlich nur eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt. Den Mitgliedern können nur 3 Arbeiten jährlich zugestanden werden. Arbeiten von Nichtmitgliedern können bis auf weiteres nicht aufgenommen werden.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1919.

Ehrenpräsident: S. Schwendener.

Für die Generalversammlung: G Berthold, Präsident; M. Büsgen, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: P. Lindner, Vorsitzender; J. Behrens, erster Stellvertreter; P. Claussen, zweiter Stellvertreter; H. Harms, erster Schriftführer; H. Miehe, zweiter Schriftführer; W. Magnus, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: P. Lindner, H. Harms, H. Miehe, W. Magnus, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): R. Kolkwitz, O. Reinhardt, L. Diels, L. Wittmack, E. Baur.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V in Berlin Nr 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten Der Beitrag beträgt **für alle ordentlichen Mitglieder 20 M. und 5 M. Zuschlag für die Dauer der Teuerung.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in Berlin-Dahlem gelangen lassen. Alle event Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden

⁂

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2	Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates	5	„
3.	für jede Lichtdrucktafel	9	„
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2	„
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3	„
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr	2	„
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35	„
8.	für jeden Umschlag	1,5	„
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	8,—	Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35
Schöneberger Ufer 12a

Haupt- und Nebenfruchtformen der Askomyzeten

von **Professor Dr. H. Klebahn.** Erster Teil. Mit 275 Textabbildungen. Geheftet 38 Mk.

Für den Nachweis der Zusammenhänge zwischen der Hauptfruchtform der Askomyzeten, den Schlauchfrüchten, und den vielfach in ihrer Entwickelung als Nebenfruchtformen vorkommenden Konidienzuständen, mit andern Worten, für den Nachweis des Polymorphismus der Pilzfrüchte, genügt die Beobachtung des Nacheinanderauftretens auf den natürlichen Nährböden nicht. Nur exakt durchgeführte Infektionsversuche und Reinkulturen können Beweise für solche Zusammenhänge bringen. Der Verfasser hat, seine früheren Arbeiten auf diesem Gebiet fortsetzend, eine grössere Zahl von Askomyzeten in bezug auf das Vorhandensein oder Fehlen von Nebenfruchtformen genau untersucht. Die Ergebnisse seiner Kulturen, verbunden mit erneuter morphologischer Untersuchung der betreffenden Pilze bilden den Inhalt des ersten Teiles der Arbeit, dessen zweiter Teil später in ruhigen Zeiten erscheinen soll.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei

BAND XXXVI. JAHRGANG 1918.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

I. GENERALVERSAMMLUNGS-HEFT

AUSGEGEBEN AM 29. APRIL 1919.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1919

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
FEB 11 1920
GARDEN LIBRARY

Es wird dringend gebeten, die veränderten Bestimmungen auf der dritten Umschlagsseite zu beachten.

Inhaltsangabe zum 1. Generalversammlungs-Heft.

Seite

Bericht über die am 23. September im großen Hörsaal der Botanischen Staatsinstitute abgehaltene zweiunddreißigste Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft . . . . (1)

Anlage. Rechnungsablage für das Jahr 1917 . . . . (7)

Mitteilungen.

1. H. Schroeder: Der Chemismus der Kohlensäureassimilation im Lichte neuer Arbeiten . . . . (9)
2. Ernst Lehmann: Die Pentasepalie in der Gattung Veronica und die Vererbungsweise der pentasepalen Zwischenrassen. (Mit 2 Abbildungen im Text.) . . . . (28)
3. H. Klebahn: Aus der Biologie der Askomyzeten. (Mit 17 Abbildungen im Text.) . . . . (47)

Bericht
über die
am 23. September im großen Hörsaal der Botanischen Staatsinstitute
abgehaltene
zweiunddreißigste Generalversammlung
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

In Heft 3 der Berichte war die Einladung zur Generalversammlung zum 30. September ergangen; der Termin mußte aber wegen des bereits am 1. Oktober beginnenden Wintersemesters auf den 23. September verlegt werden, was den Mitgliedern in Heft 5 der Berichte mitgeteilt wurde. Ein gemeinsames Programm aller drei botanischen Vereinigungen, die in bewährter Weise ihre Versammlungen wiederum in der gleichen Woche abhielten, ist den Mitgliedern unserer Gesellschaft rechtzeitig zugeschickt worden.

In die Teilnehmerliste hatten sich eingetragen:

O. APPEL-Berlin,
W. BENECKE-Münster,
C. BRICK-Hamburg,
O. DRUDE-Dresden,
F. DUYSEN-Berlin,
H. FISCHER-Essen a./R.,
E. GILG-Berlin,
W. GLADBACH-Cöln,
H. HARMS-Berlin,
A. HEILBRONN-Münster,
P. HINNEBERG-Altona,
E. IRMSCHER-Berlin,
O. JAAP-Hamburg,
E. JAHN-Berlin,
K. KILLIAN-Bromberg,
H. KLEBAHN-Hamburg,
M. KOERNICKE-Bonn,
R. KOLKWITZ-Berlin,
E. LEHMANN-Tübingen,
P. LINDNER-Berlin,
H. MIEHE-Berlin,
M. MÜCKE-Erfurt,
K. MÜLLER-Augustenberg,
H. PFEIFFER-Bremen,
R. PILGER-Berlin,
J. REINKE-Kiel,
F. ROTH-Aachen,
A. SCHOBER-Hamburg,
H. SCHROEDER-Kiel,
H. SCHULZ-Cassel,
K. STEYER-Lübeck,
R. STOPPEL-Hamburg,
H. THOMS-Berlin,
R. THOST-Berlin,
A. VOIGT-Hamburg,
W. WÄCHTER-Berlin,
C. WEHMER-Hannover,
H. WINKLER-Hamburg,
L. WITTMACK-Berlin,
C. ZOLLIKOFER-St. Gallen.

Als Gäste nahmen an der Versammlung teil: Die Damen M. HEILBRONN, J. WESTERDIJK und die Herren FLEISCHER, v. HAYEK, LEMMERMANN, LOHMANN, SCHWARZE, RABE, WINDRATH.

Um 9.25 Uhr eröffnete der Präsident, Herr HANS WINKLER, die Versammlung und begrüßte die Gäste und Mitglieder, auch im Namen des stellvertretenden Präsidenten, Herrn VOIGT. Der Präsident wies auf den Ernst der Zeit hin, der sich für uns widerspiegle in der Erschwerung unserer Arbeit durch Mangel an Material und an Mitarbeitern, und durch den Abbruch der Beziehungen zu den Fachgenossen in den uns feindlichen Ländern, was vielfach zur Doppelarbeit führe, da wir nicht wüßten, was anderswo gearbeitet werde. Es werde voraussichtlich auch nach dem Kriege an geeignetem Nachwuchs fehlen, der sich in erhöhtem Maße praktischen Berufen zuwenden werde; um so mehr müßten wir suchen, durch verdoppelte Arbeit unserer Wissenschaft diejenige Stellung in der Welt zu erhalten, die sie bisher eingenommen hat.

Über den Stand der Gesellschaft berichtete der Präsident, daß die Mitgliederzahl jetzt 614 beträgt gegenüber 609 Mitgliedern im Vorjahre.

Durch den Tod hat die Gesellschaft seit der letzten Generalversammlung folgende Mitglieder verloren:

O. DAMM-Charlottenburg, gestorben den 11. X. 1917,
H. VÖCHTING-Tübingen, gestorben den 24. XI. 1917,
T. F. HANAUSEK-Wien, gestorben den 4. II. 1918,
P. KUCKUCK-Helgoland, gestorben den 7. V. 1918,
H. FÜRNROHR-Regensburg, gestorben den 17. V. 1918,
H. MARTIN-Heiligenstadt, im Kriege gefallen den 26. V. 1918,
M. MUNK-Kiel, im Kriege gefallen den 1. VII. 1918.

Zu Ehren der Verstorbenen erhoben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

Nunmehr erteilt der Präsident dem Schatzmeister, Herrn O. APPEL, das Wort. Der Schatzmeister teilt mit, daß eine endgültige Rechnungslegung nicht vorgelegt werden kann, da der Band noch nicht abgeschlossen sei. Die finanziellen Verhältnisse der Gesellschaft seien sehr schlecht. Wir schließen mit einem ungefähren Defezit von 2200 M. ab infolge der starken Inanspruchnahme der Berichte, der erhöhten Preise für Löhne, Papier usw., indessen konnte der Ausfall durch das vorhandene Kapital gedeckt werden. Aber in dieser Weise könne in Zukunft natürlich nicht weiter gewirtschaftet werden, und der Vorstand unterbreite daher der Generalversammlung folgende Vorschläge: 1. Erhebung eines außerordentlichen Beitrages von 5 M. für das Mitglied. 2. Beschränkung der Publikationen auf 3 Arbeiten und 1 Tafel im Jahre für jedes Mitglied. 3. Strenge Beachtung des bestehenden Beschlusses, zur Veröffentlichung nur Arbeiten von nicht mehr als 8 Druckseiten zuzulassen. 4. Bildnistafeln für die Nachrufe können nur auf Kosten der Autoren hergestellt werden.

Der Präsident erteilt dem Schatzmeister unter Zustimmung der Versammlung Entlastung unter Vorbehalt der Rechnungsprüfung und stellt die Vorschläge des Vorstandes zur Diskussion (s. Anlage).

Es entspinnt sich eine ziemlich lebhafte Erörterung, an der sich die Herren WINKLER, BRICK, APPEL, WITTMACK, SCHROEDER und DRUDE beteiligen. — Der Vorschlag, den Beitrag um 5 M. zu erhöhen, bis sich die Lage gebessert hat und zwar schon für das laufende Jahr, wird mit allen gegen 2 Stimmen, die übrigen Vorschläge werden einstimmig angenommen. Auf Vorschlag Herrn DRUDEs wird die Festlegung auf 8 Seiten nur für die Monatsbeiträge beschlossen, hingegen sollen die Vorträge auf der Generalversammlung dieser Beschränkung nicht unterworfen sein.

Zum nächsten Punkt der Tagesordnung, Bericht über die Ortsgruppen, erteilt der Präsident Herrn DRUDE das Wort, der bedauert, daß es bisher nur in Dresden zur Bildung einer Ortsgruppe gekommen sei. Herr DRUDE regt an, daß auch in anderen Städten eifrig für Errichtung von Ortsgruppen gewirkt werden solle. Der Präsident dankt dem Vortragenden und teilt mit, daß Herr HUGO FISCHER seinen Antrag, die Förderung des naturwissenschaftl. Unterrichts in den Gymnasien zu besprechen, bis nach der wissenschaftlichen Sitzung verschiebt, und daß die Kommission zur Vorbereitung der Generalversammlung vorgeschlagen habe, die nächste Generalversammlung Anfang August in Hann.-Münden abzuhalten. Es wird der Vorschlag der Kommission angenommen trotz der freundlichen Einladung des Herrn V. HAYEK nach Preßburg. Damit war der geschäftliche Teil erledigt und der Präsident erteilt Herrn SCHROEDER-Kiel zu seinem Vortrage über den Chemismus der Kohlensäure-Assimilation im Lichte neuer Arbeiten das Wort. (S. S. (9)). An der Diskussion beteiligten sich die Herrn BENECKE und H. FISCHER.

Darauf sprach Herr LOHMANN-Hamburg über die Besiedelung der Hochsee mit Pflanzen (als Nr. 4 der Vorträge aus dem Gesamtgebiet der Botanik bereits erschienen).

Zum Schluß berichtete Herr HANS WINKLER-Hamburg über den Fortgang seiner Forschungen an Pflanzen mit experimentell veränderten Chromosomenzahlen. Er führte Tomatenpflanzen mit 24, 30, 36 und 48 Chromosomen (normale Chromosomenzahl: 24) und Nachtschattenpflanzen mit 72 und 144 Chromosomen (normale Chromosomenzahl: 72) vor und zeigte eine Reihe mikroskopischer Präparate. Über die Ergebnisse wird an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Der Präsident schloß die Vormittagssitzung mit der Aufforderung zur Besichtigung des Instituts für allgemeine Botanik, dessen Plan und Einrichtung vorher kurz besprochen wurde.

Nach der Mittagspause sprach Herr BENECKE über einige die Physiologie von *Helodea* betreffende, mit der Kohlensäureassimilation in Beziehung stehende Fragen. Er behandelte den Einfluß von Säuren, sowie von Ammoniumsalzen auf die Energie der Photosynthese, besprach die Frage der „limiting factors“ (BLACKMAN), und berichtete endlich über Untersuchungen, welche die Ermittlung des osmotischen Wertes der Blattzellen in Abhängigkeit von der Anhäufung von Assimilationsprodukten zum Ziel hatten.

Die Arbeit wird in der Zeitschrift für Botanik erscheinen. An der Diskussion beteiligten sich die Herren H. SCHROEDER und HUGO FISCHER.

Darauf führte Herr JAHN-Berlin an der Hand von Lichtbildern über die Polyangiden (Myxobakterien) etwa folgendes aus:

Über den vegetativen Zustand der Polyangiden sind dadurch falsche Vorstellungen in die Literatur gelangt, daß man ihren Schwarm mit einem Plasmodium verglichen hat. Mit einem Plasmodium hat der Schwarm nur eine oberflächliche biologische Ähnlichkeit; sonst hat er nichts damit gemeinsam. Ein normaler Schwarm besteht nur aus den Reihen der in dichten Garben liegenden vorrückenden Stäbchen, die in Schleim eingebettet sind. Irrtümlich ist ferner der Vergleich der Stäbchen mit Amöben. Er ist namentlich dadurch glaubhafter gemacht worden, daß man den Stäbchen eine aktive Krümmungsfähigkeit zuschrieb. In Wahrheit sind sie zwar passiv krümmungsfähig und elastisch, sonst aber starr und auf keinen Fall aktiv krümmbar. Sie bewegen sich durch Ausstoßen des stark quellungsfähigen Schleims; es liegt also eine ähnliche Art der Fortbewegung vor, wie wir sie bei manchen Cyanophyceen und in spezialisierter Form bei den Oscillarien haben. Es gibt überhaupt eine ganze Reihe von Gründen, die der Vortragende anführt, nach denen es nicht unwahrscheinlich ist, daß wir in den Polyangiden eine apochlorotische Entwicklungsreihe gewisser Cyanophyceen vor uns haben. Zweifellos sind es Schizophyten.

Die Systematik der Gruppe hat bisher darunter gelitten, daß man sämtliche Formen in die drei vorwiegend biologisch charakterisierten Gattungen *Polyangium*, *Chondromyces* und *Myxococcus* gezwängt hat. Die interessanten primitiven Formen, die in Norddeutschland vorhanden sind, machen die Abzweigung einer eigenen Familie, der Archangiaceen, notwendig. Von den hierher gehörigen Formen wird namentlich das schöne *Archangium Thaxteri* besprochen. Aus der Familie der Polyangiaceen erwähnt der Vortragende die neue Gattung *Melittangium*. Es ist eine Form mit kurzen Stielen. Wenn die Stäbchen die Cystenhaut absondern, ordnen sie sich radiär zu einer Kugel und bilden die Haut mit den Spitzen, also wie die Bienen die Wachswand und die Waben. Die nach der Keimung zurückbleibende Haut zeigt ein zierliches Wabenmuster. Ebenso werden die Gattungen der dritten Familie, der Myxococcaceen, besprochen.

Zum Schluß bespricht der Vortragende die Stellung der Polyangiden unter den Protisten, namentlich die angeblichen Beziehungen zu den Myxomyceten und den Acrasieen.

Herr LEHMANN-Tübingen sprach dann über „die Pentasepalie in der Gattung *Veronica* und die Vererbungsweise der pentasepalen Zwischenrassen“ (S. S. (28)) und Herr KLEBAHN-Hamburg über („Einiges aus der Biologie der Askomyceten“ (S. S. (47)).

Zum Schluß berichtete Herr HEILBRONN-Münster über seine an anderer Stelle ausführlich zu veröffentlichende neue Methode zur Messung der Plasmaviskosität. Dieselbe besteht darin, daß ein mikroskopisch kleines Eisenstäbchen in dem zu untersuchenden Myxomycetenplasma mittels eines Elektromagneten um 90° gedreht wurde, bzw. durch den Elektromagneten in seiner Lage festgehalten wurde, während der umschließende Protoplast eine Drehung um 90° erfuhr. Die dabei aufgewendete Stromstärke ergab ein Maß für die Größe der Reibungswiderstände, welche das Eisenstäbchen im Plasma zu überwinden hatte. Versuche, mit dieser Methode angestellt, ergaben, wie vorauszusehen, starke Schwankungen der Plasmaviskosität, die zudem noch durch äußere Faktoren wie Wärme, Feuchtigkeit stark beeinflußbar war. Es zeigte sich aber, daß diese Beeinflußbarkeit keineswegs rein den für Kolloide geltenden Gesetzen der physikalischen Chemie folgte, sondern daß vielmehr ein innerer vitaler Faktor regulierend eingriff.

Der Durchschnittswert für Plasmodien von *Badhamia utricularis* betrug bei Zimmertemperatur in feuchter Luft 17,5 ,bezogen auf Wasser = 1.

Der Präsident schloß um 6.^{35} Uhr die wissenschaftliche Sitzung und erteilte Herrn HUGO FISCHER das Wort, der kurz seine Anschauungen über den naturwissenschaftlichen Unterricht in den Gymnasien begründete und für die nächste Generalversammlung einen rechtzeitig einzubringenden Antrag über die Besprechung dieser Fragen in Aussicht stellt. Damit war die Tagesordnung erschöpft. Die meisten Mitglieder nahmen an den Versammlungen der Vereinigung für angewandte Botanik am 24. und der Freien Vereinigung für Systematik am 25. September teil. Auch an der Exkursion nach Travemünde, die dank der Fürsorge Herrn STEYERs trotz aller Kriegshemmnisse programmäßig verlief, nahmen viele Mitglieder der Gesellschaft teil. In der „Neuen Gesellschaft" zu Lübeck wurde den Teilnehmern der Exkursion zum Abschied ein Abendimbiß gereicht, der alle auf kurze Zeit die Not des Krieges vergessen ließ, und Herr DRUDE nahm Veranlassung, in begeisterten Worten den Hamburger und Lübecker Fachgenossen im Namen aller drei Gesellschaften für die freundliche Aufnahme und für die in dieser Zeit doppelt mühevolle Arbeit der Vorbereitung unserer botanischen Woche aufs herzlichste zu danken.

HANS WINKLER, z. Zt. Präsident.	W. WÄCHTER, Sekretär, als Schriftführer.

Anlage.

Rechnungsablage für das Jahr 1917.

			M.	Pf.	M.	Pf.
Vermögen am 1. Januar 1917			19 281	45		
Einnahmen:						
Mitgliederbeiträge.						
(Zu zahlen sind für 1917:						
449 Mitglieder je 20 M. . . . . . . =		8 980 M.				
davon vorausbezahlt . .	63,— M.					
1917 bezahlt	8 917,— „	8 980 „ (w.v.))				
Gezahlt wurden 1917:						
für 1917: a) Beiträge . .	8 917,— M.					
b) Mehrzahlungen	20,63 „					
„ frühere Jahre . . .	140,— „					
„ spätere Jahre . . .	435,40 „	9 513,03 M.				
Zinsen aus dem Depot und Kontokorrent		1 209,80 „				
Gewinnanteil an Band XXXV . . .		326,40 „	11 049	23	30 330	68
Ausgaben:						
Band XXXV der Berichte, 460 Stück			8 459	85		
Vordrucke und andere Drucksachen			1 017	25		
Honorare			1 960	—		
Ehrungen			556	—		
Porto:						
für Schriftwechsel		167,12 M.				
für Versendung der Berichte usw. . .		995,90 „	1 163	02		
Sonstiges			452	45	13 608	57
Vermögen am 31. Dezember 1917					16 722	11

Es haben betragen:

die Ausgaben . . . . 13 608,57 M.
die Einnahmen aus den Beiträgen . . 9 513,03 „
so daß die Ausgaben um . . . . 4 095,54 M.
höher sind als die Einnahmen.

Bei 449 zahlenden Mitgliedern entfallen auf jedes Mitglied 21,19 M. Einnahmen, 30,30 M. Ausgaben.

	M.	Pf.	M.	Pf.
Voranschlag für 1918.				
Vermögen am 1. Januar 1918			16 722	11
Einnahmen:				
Beiträge (500 je 25 M.)	12 500	—		
Zinsen	1 000	—		
Gewinnanteil	377	89	13 877	89
			30 600	—
Ausgaben:				
Berichte	9 000	—		
Vordrucke und andere Drucksachen	1 000	—		
Honorare	2 590	—		
Ehrungen	800	—		
Porti	1 200	—		
Sonstiges	510	—	15 100	—
Vermögen am 31. Dezember 1918			15 500	—

Als **Stiftung für das Köhlreuter-Denkmal** sind der Deutschen Botanischen Gesellschaft im Jahre 1917 überwiesen

bar	84,83 M.
Kriegsanleihe nom.	500,— „
zusammen	584,83 M.
gespendet wurden von der Gesellschaft	100,— „
die Zinsen betrugen	14,25 „
sodaß sich am 31. Dezember 1917 zusammen	699,08 M. ergaben

Ausgaben sind nicht erfolgt.

Berlin-Dahlem, den 31. Oktober 1918.

Der Schatzmeister: O. APPEL.

Geprüft und richtig befunden

G. LINDAU. TH. LOESENER.

Mitteilungen.

I. H. Schroeder: Der Chemismus der Kohlensäureassimilation im Lichte neuer Arbeiten[1]).

Meine Besprechung einiger neuer — etwa seit Abschluß meines Assimilationsbuches erschienener — Arbeiten hat nicht die Absicht, deren Inhalt erschöpfend wiederzugeben, sondern sie soll in erster Linie und das vom Standpunkte des Pflanzenphysiologen untersuchen, ob und inwieweit ein bleibender Fortschritt durch dieselben erzielt oder doch angebahnt worden ist? Demgemäß werden Tatsachen, die bei Versuchen mit lebenden Pflanzen sich ergeben haben, den breitesten Raum einnehmen. Doch hielt ich es bei dem problematischen Charakter des behandelten Gegenstandes für zweckmäßig, weiterhin zu untersuchen, ob diese experimentellen Befunde bestehende Vorstellungen über den Chemismus der Kohlensäureassimilation bestätigt, widerlegt oder umgestaltet haben, ob sie auf neue Gedanken gebracht haben oder endlich begründete Aussicht auf das eine oder andere eröffnen? Nicht jedes experimentelle Ergebnis wird sich in diesem Sinne auswerten lassen — wenngleich dies von den Verfassern auch in solchen Fällen mitunter versucht wurde — trotzdem kann es der Mitteilung wert sein als Baustein für die Zukunft.

Im zweiten Teil stelle ich als Ergänzung einige neue oder wiedererneute Vorstellungen zusammen, sie zugleich auf ihre Begründung prüfend. Werde ich mich hierbei überhaupt äußerster Kürze befleißigen, so ganz besonders in den Fällen, in welchen die Begründung selbst für bescheidene Ansprüche unzureichend erscheint oder die vorgetragene Ansicht mit bekannten Tatsachen nicht oder nur gezwungen in Einklang zu bringen ist.

---

1) Ich veröffentliche meinen Vortrag weder in der Form, in der er gehalten wurde, noch in der, die ursprünglich für ihn vorgesehen war. Ich habe manches bei der mündlichen Wiedergabe Weggelassene wieder eingefügt, andererseits alles — Vorgetragenes und nicht Vorgetragenes — gekürzt und noch ausgesprochener in den Dienst der gewählten Aufgabe gestellt.

Dieser Plan mit seiner ungleichen Betonung der Einzelpunkte bedingt Subjektivität, die dadurch noch schärfer zum Ausdruck kommt, daß ich meine eigene Auffassung nirgends zurückgehalten habe. Ferner bewirkt die zeitliche und stoffliche Umgrenzung, daß WILLSTÄTTERs Arbeiten stark in den Vordergrund treten.

I.

Bei der niedrigen Konzentration des Kohlendioxydes in der Atmosphäre, die diejenige innerhalb des Pflanzenkörpers bestimmt, bildet die Versorgung der im Innern der Zelle eingeschlossenen Chloroplasten mit genanntem Gase oder seinem Hydrate (CO_3H_2) trotz der erfolgreichen Studien von BROWN und ESCOMBE zur Theorie der Spaltöffnungswirkung noch heute das erste hergehörige Problem. Unter der zu günstigen Annahme, daß selbst während lebhafter Assimilation sowohl in den dem Blatte unmittelbar anliegenden Luftschichten wie in sämtlichen luftführenden Interzellularen der unverringerte CO_2-Partiärdruck der freien Atmosphäre bestehe[1]), vermöchte das analytisch — als Gewichtsverlust beim Trocknen — festgestellte Wasser eines Blattes, als reines Wasser gedacht, nicht mehr Kohlendioxyd zu lösen als hinreicht, um bei guter Belichtung den Assimilationsbedarf etwa einer halben Sekunde zu befriedigen.

WILLSTÄTTER und STOLL[2]) haben nachgewiesen, daß das unbelichtete Blatt mehr CO_2 aufnimmt als sein Wasser als solches zu lösen vermag. Die Kausalität der Erscheinung, die gleicherweise oder wohl etwas modifiziert bei getrockneten Blättern nach dem Wiederanfeuchten zu beobachten war, harrt der endgültigen Aufklärung. Da die überschießende Menge sowohl von der Temperatur wie von dem Partiärdruck des Kohlendioxydes abhängt, glauben W. und ST. an eine dissoziabele Anlagerung und denken als

---

1) Vergl. JOST, Pflanzenphysiologie S. 157; RENNER, Flora 100 (1910) 535. EBERMAYER (Die Waldluft, Stuttgart 1885, S. 31) berichtet über Messungen des CO_2-Gehaltes der Luft innerhalb assimilierender Baumkronen von Waldbeständen (Fichte). Er fand ihn sehr gering, rechnet indes mit der Möglichkeit eines Versuchsfehlers, weshalb er quantitative Angaben unterläßt und Wiederholung in Aussicht stellt. Ob er seinen Plan ausgeführt hat, ist mir nicht bekannt. Ich möchte eine Nachuntersuchung empfehlen; ausgedehnte gleichmäßige und gleichartige Bestände und Perioden der Windstille sind Voraussetzung; in der Nähe meines Wohnsitzes fehlen jene und sind diese selten.

2) WILLSTÄTTER und STOLL, Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. Berlin 1918. Wenn nicht anders vermerkt, beziehen sich alle Angaben, die im Texte unter W. und St. gebracht werden, auf dieses Buch. Auszüge aus einzelnen Abhandlungen sind bereits früher veröffentlicht.

Paarling in erster Linie an eine organische Verbindung. Alkalien oder Erdalkalien könnten nur dann in Betracht kommen, wenn sie außer mit der anzulagernden Kohlensäure mit einem organischen Körper von Säurecharakter verbunden seien, da die Sättigungspunkte ihrer reinen Kohlensäure-Salze unterhalb der Kohlendioxyd-Drucke liegen, bei welchen W. und ST. Abhängigkeit von der Partiärpressung fanden.

Bei der Tragweite der von W. und ST. gezogenen Folgerungen mag der als bloße Vermutung zu bezeichnende Gedanke, die besprochene Erscheinung könne rein physikalisch durch Oberflächenadsorption zu erklären sein, nicht unausgesprochen bleiben.

Experimentell technische Gründe nötigten W. und ST. durchweg mit die natürliche erheblich überschreitenden CO_2 - Konzentrationen zu arbeiten, doch ließ die Konstruktion einer Kurve, wenngleich durch Extrapolation, erkennen, daß unter natürlichen Bedingungen die beschriebene Erscheinung gleichfalls eintreten wird und das sogar in verhältnismäßig stärkerem Grade.

Da ein sicherer Einblick in die Mechanik fehlt, kann aus WILLSTÄTTERs Entdeckung vorläufig weder für die wirkliche Kenntnis des Assimilationsvorganges noch für die Beurteilung einschlägiger Hypothesen Bestimmtes gefolgert werden. Das mit den beschriebenen Eigentümlichkeiten gebundene Kohlendioxyd wird den Chloroplasten zuströmen, sowie Mangel das bestehende Gleichgewicht stört. Da indes die auf diese Weise verfügbaren Vorräte gering sind und hoch gerechnet für den Assimilationsbedarf einiger Minuten ausreichen, erscheinen sie für die Gesamtökonomie der Pflanze bedeutungslos. Wenn also, was nach eigener Aussage von W. und ST. noch zu erweisen ist, die geschilderte Fähigkeit wirklich ein notwendiges Glied des Assimilationsablaufes bildet, wenn sie also mit Recht eine Einrichtung des Assimilationsapparates heißen darf, so kann ihre Aufgabe unmöglich im Schaffen einer Reserve erblickt werden. W. und ST. suchen unter der Annahme, daß der angedeutete tiefere Zusammenhang mit der Assimilation in Wahrheit bestehe, die Bedeutung in einer Erhöhung des Gehaltes an Kohlensäure (CO_3H_2) sowie darin, daß durch die Bindung die schädigende Wirkung der Kohlensäure auf das CP.[1]), die wässerige Lösungen im Gegensatz zu lebenden Blättern zu erkennen geben, hintangehalten werde.

Selbst bei dem Schlusse, daß durch die mitgeteilten Befunde

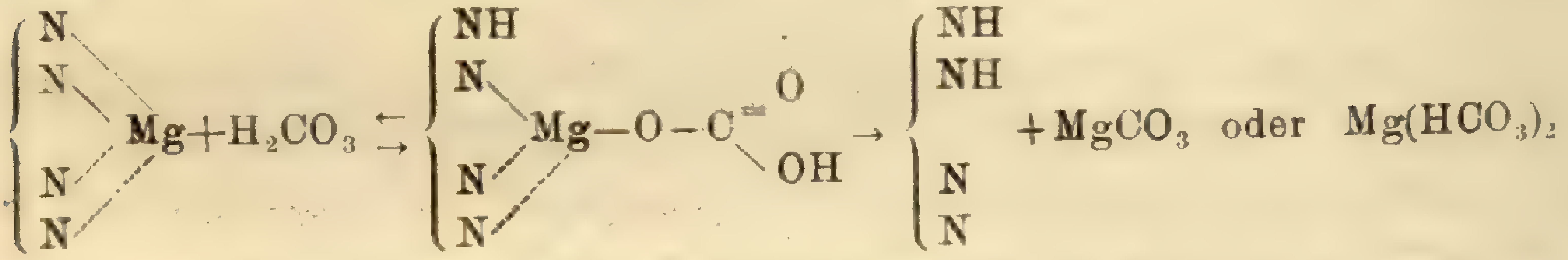
---

1) CP. = Chlorophyll.

die besonders von STOKLASA[1]) vertretene Anschauung einer Verarbeitung von Kaliumbikarbonat erschüttert werde, möchte ich zur Vorsicht raten. Denn über die Vorgänge bei den geringen, natürlichen CO_2-Drucken fehlt, wie mitgeteilt aus technischen Gründen, ein unmittelbarer Einblick.

Ferner fanden W. und ST., daß kolloidal in Wasser gelöstes CP. mit Kohlensäure, nicht mit Kohlendioxyd, wie das Ausbleiben der Reaktion in molekularen, nicht wässerigen CP.-Lösungen in organischen Solventien anzeigt, eine lockere additionelle Bindung eingehe, ehe die gleichfalls auf wässerige kolloide Lösungen beschränkte Magnesiumabspaltung eintritt. Sowohl Bindung wie Zersetzung vollziehen sich bei CP. a rascher als bei CP. b.

W. und ST. lassen das Mg-Atom die Anlagerung vermitteln und geben folgendes Schema des Reaktionsverlaufes einschließlich des Zerfalles:



Die Verbindung Kohlensäure-Chlorophyll wird in der Pflanze entstehen, wenn in dieser kolloides CP. in wässerigem Dispersionsmittel mit CO_3H_2 in Berührung kommt. Mit dieser Annahme einer kolloiden Verteilung des Farbstoffes im Chloroplasten, die heute als die wahrscheinlichste gilt, hat demnach die vorstehende Folgerung nahezu die gleiche Daseinsberechtigung.

Aber selbst wenn man mit noch vorsichtigerer Zurückhaltung nicht mehr für bewiesen ansieht, als die Möglichkeit eines Zusammentretens von CP. und CO_3H_2, ist schon dieser Nachweis genügend den wiederholt (zuerst 1879 von HOPPE-SEYLER) und mit verschiedener theoretischer Begründung geäußerten Gedanken des Auftretens einer Chlorophyll-Kohlensäure-Verbindung in der assimilierenden Pflanze zu unterstützen.

An dieser Stelle sei bezüglich der mikroskopisch erkennbaren Struktur des Chloroplasten eingeschaltet, daß A. MEYER[2]) seine Untersuchungen wieder aufgenommen hat und in Verfolg bestimmter, vor Jahren durch die Zustimmung SCHIMPERS beschwichtigter Bedenken sich nunmehr dahin ausgesprochen hat, daß die seinerzeit von ihm und von SCHIMPER vertretene und heute weit verbreitete Anschauung, gefärbte Grana eingebettet in farblose Grundmasse, aufzugeben sei. Die Grana werden als Tröpfchen eines während der Assimilation entstehenden Sekretes angesprochen.

---

[1]) In meinem Assimilationsbuche genannte Arbeiten sind diesmal in der Regel nicht aufgeführt.

[2]) A. MEYER, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 35 (1917) 586 und 674.

W. und ST. haben bei ihren Bestrebungen, experimentellen Anhalt für eine weitere chemische Beteiligung des CP. am Assimilationsprozesse zu gewinnen, keinen Erfolg gehabt. Doch führten ihre diesbezüglichen Versuche zur Einsicht, daß die Menge des im Blatte vorhandenen CP. sich während der Assimilation nicht ändert, auch nicht bei außergewöhnlicher Inanspruchnahme oder unter der Einwirkung schwacher Gaben von Narkotizis. Damit erhalten die von vornherein nicht eben wahrscheinlichen Vorstellungen eines kontinuierlichen CP.-Verbrauches, der durch gleich rasche Neubildung gedeckt und so der Beobachtung entzogen werde, einen starken Stoß. Denn es ist schwer zu glauben, daß unter den erwähnten Umständen niemals eine Störung dieses angenommenen Gleichgewichtes eingetreten wäre[1]).

Ebensowenig änderte sich der Quotient $\frac{\text{CPa}}{\text{CPb}}$, was W. und ST. zum Aufgeben einer früher vertretenen Meinung bewogen hat. Damit ist die Frage nach dem tieferen Sinn des Nebeneinanders der beiden einander in ihrer chemischen Konstitution so nahestehenden Farbstoffe wieder offen, denn der von W. und ST. gebrachte Hinweis auf die dadurch erreichte vollständigere Lichtausnutzung kann nicht befriedigen ohne eine gleichzeitige Erklärung, warum gerade die immerhin beschränkten Bezirke, in welchen beide CP. intensiv absorbieren, gegenüber anderen Teilen des Spektrums bevorzugt werden[2]). Desgleichen fehlt bezüglich der Rolle der Karotinoide eine über den Rang einer bloßen Vermutung zu erhebende Ansicht.

Eingehende Versuche widmeten W. und ST. der Frage, ob eine strenge Proportionalität zwischen dem CP.-Gehalt und der Intensität der Kohlesäurezerlegung bestehe? Sie kommen mit vollkommenerer Methodik als LUBIMENKO[3]) und als PLESTER[4]) dazu dieselbe zu verneinen, was jene beiden Forscher gleichfalls getan hatten. Als besonders schlagend seien die Versuche mit gelbblättrigen Varietäten und mit etiolierten Keimlingen genannt. Zum Beispiel zerlegten bezogen auf die gleichen absoluten CP.-Mengen die gelben Blätter das zehn- bis zwanzigfache des Kohlendioxydes, das die normal grünen der Stammform spalteten. Da die Annahme einer ungleichen Verteilung des Farbstoffes mit einigen Befunden nur schwierig in Einklang zu bringen ist und der Gedanke an die Möglichkeit eines Einflusses der Karotinoide experimentell widerlegt werden konnte, erklären W. und ST. die beobachtete Disproportionalität durch die notwendige Mitwirkung eines zweiten inneren Faktors, den man, wie das die Pflanzenphysiologen mit guten Gründen seit längerer Zeit tun, plasmatisch nennen kann, den W. und ST. weitergehend als Enzym zu präzisieren versuchen[1]). Sie stützen sich dafür hauptsächlich auf die Beobachtung, daß unter bestimmten für beide gleichen Bedingungen bei normalen chlorophyllreichen Blättern die Temperatur, bei gelben chlorophyllarmen die Belichtung als begrenzender Faktor wirkt, und erklären diesen Unterschied wie folgt: Bei den gelben Blättern ist das Enzym im Überschuß, es ließe eine größere Leistung zu, doch macht der geringe CP.-Gehalt diese unmöglich. Steigerung der Belichtungsintensität, die Wirkung des Chlorophylls erhöhend, hat daher hier Erfolg. Bei grünen Blättern ist umgekehrt das CP. im Überschuß, das Enzym begrenzt, darum ist Erhöhung der Temperatur, welche die Leistung des Enzyms vermehrt, wirksam, Verstärken der Belichtung nicht. Zu diesen Schlüssen ist zu bemerken, daß die Ausschläge bei den angeführten Versuchen gering sind, da die Außenbedingungen sich den Schädigungsgrenzen stark näherten. Eine Wiederholung auf breiterer Basis erscheint angebracht, von derselben sind vielleicht Beiträge zur Beurteilung von BLACKMANs Lehre zu erwarten.

---

[1]) Kontinuierlichen CP.-Zerfall in der lebenden Zelle nimmt neuerdings wieder **WAGER** an (Proc. Royal. Soc. Ser. B. 87 (1914) 886).

[2]) Was schließlich auf die bekannte Fragestellung **STAHLS** (Laubfarbe und Himmelslicht) hinauskommt. (Vergl. dazu **URSPRUNG**, diese Berichte 36 (1918) S. 118.)

[3]) **LUBIMENKO**, Rev. gen. d. Bot. 20 (1908) 162. L. bestimmte den realtiven CP.-Gehalt unter Zuhilfenahme des Spektroskopes und schaltete auf diese Weise Störungen durch die Karotinoide aus.

[4]) **PLESTER**, Beiträge zur Biologie der Pflanzen 11. (1912) 249.

Mit Obigem ist zugleich bewiesen, daß die relativ, bezogen auf gleiche Mengen Chlorophyll, höhere Leistung gelbblättriger Varietäten nicht einfach auf bessere Durchleuchtung zurückzuführen ist.

W. und ST. Versuche mit etiolierten Keimlingen ergaben ein älteren Versuchen von IRVING[2]) widersprechendes Resultat. Diese fand beim Ergrünen selbst dann keine meßbare Assimilation, wenn die Farbe den normal grünen Ton bereits nahezu erreicht hatte;

---

[1]) Ich benutze die Gelegenheit, die Seite 155, Fußnote 1 meines Assimilationsbuches gebrachten Literaturangaben betreffend den Gedanken an Enzymwirkung bei der Assimilation durch den Hinweis auf JOST (Biolog. Central-Blatt 26 (1906) 236) zu ergänzen.

[2]) IRVING, Annals of Bot. 24 (1910) 805.

W. und St. hingegen schon in sehr frühen Stadien des Ergrünens eine verhältnismäßig lebhafte (höhere Assimilationszahlen als normal). Möglicherweise bestehende Temperaturunterschiede reichen zur Erklärung des Widerspruches kaum aus. Man könnte darum daneben daran denken, daß eine schwächere Belichtung bei IRVING als Ursache anzusehen sei. Für diese Annahme sprechen die besonders starke Abhängigkeit der Assimilationsleistung chlorophyllarmer Blätter (gelber Varietäten) von der Belichtungsintensität[1]) und vielleicht noch entschiedener die Angabe LUBIMENKOs[2]), derzufolge chlorophyllreiche Blätter (Schattenpflanzen) bei einer Beleuchtung noch erkennbar assimilieren, bei welcher mit weniger Farbstoff ausgerüstete Blätter (Sonnenpflanzen) ihre assimilatorische Tätigkeit längst eingestellt haben.

Doch kann ich diesen Gedanken eigentlich nicht einmal als experimentell zu prüfende Vermutung hinstellen, da mir die Belichtungsstärke IRVINGs unbekannt ist. Sie verwandte zwei Preßgasbrenner von KEITH, die unter Umständen der von W. und St. benutzten $^1/_2$ Watt Metallfadenlampe (3000 Kerzen) gleichkommen können, doch wird die Leuchtkraft der gebrauchten Lampen nicht mitgeteilt, ebensowenig der Abstand der Objekte von den Lichtquellen. (Bei W. und St. 25 cm)[3]).

---

[1]) W. und St. S. 118 und 150.

[2]) Die Arbeiten LUBIMENKOs scheinen bei uns nicht nach Verdienst bekannt geworden zu sein. Ich entnehme demselben die folgende kleine Tabelle, welche meine obige Behauptung beweist.

Relative Belichtungsstärken	CO_2 (ccm) durch ein gr. Blatt in 1 Stunde zerlegt			
	Taxus bacc.	*Larix eur.*	*Fagus silv.*	*Robinia pseud.*
100	0,0720	0,159	0,1155	0,0990
81	—	0	—	—
49	0,0615		0,0935	0
25	0,0470		0,0895	
9	0,0445		0,0660	
6	0			
4			0,0510	
2			0	

(Temperatur 19° bis 23° C. CO_2 7,4—8 %.)
LUBIMENKO, Rev. Gen. de Bot. 20 (1908) 162.
(Zu vergleichen wäre PLAETZER Diss. Würzburg 1917.)

[3]) IRVING spricht nur von „standard distance". Vielleicht wäre auch die verschiedene Zusammensetzung des in beiden Fällen wirksamen Lichtes zu berücksichtigen.

Den zu keinem bindenden Resultat führenden Versuchen W. und ST. experimentelle Anhaltspunkte über die Art des enzymatischen Eingriffes zu gewinnen, entnehme ich die Beobachtung, daß freier Sauerstoff zur Einleitung der Assimilation entbehrlich ist, was bereits EWART gefunden hat.

Zu der hier nicht zu besprechenden physikalischen, energetischen Leistung des CP. sei beiläufig einer Untersuchung URSPRUNGs[1]) gedacht, derzufolge eine photochemische Extinktion, zum wenigsten von der Größenordnung, die vor Jahren DETLEFSEN angegeben hat, nicht besteht.

W. und ST. bestimmten den Assimilationsquotienten[2]) und fanden für diesen mit besserer Methodik als ihre Vorgänger bei typischen Laubblättern stets den Wert eins, während frühere Versuche höchstens eine starke Annäherung an diesen Wert ergeben hatten mit bestimmten, wennschon kleinen Abweichungen. W. und ST. erblicken in diesem Resultat einen unzweideutigen Beweis für die Formaldehydhypothese und ein unwiderlegliches Gegenargument gegen das freie Auftreten irgend eines im Bezug auf die Oxydationsstufe zwischen Kohlendioxyd und Kohlenhydrat intermediären Stoffes. Ich glaube die Bedeutung des Assimilationsquotienten nicht zu verkennen, wenn ich bestreite, daß er das, was W. und ST. wollen, schlechthin zwingend beweise.

Die allgemeine Regel lautet: Der Assimilationskoeffizient wird bestimmt durch die empirische Zusammensetzung und das gegenseitige Mengenverhältnis der innerhalb des Beobachtungsintervalles unter Verbrauch von Kohlensäure und Befreiung von Sauerstoff oder einem von beiden entstehenden und verschwindenden Stoffe. Daraus ergibt sich zuerst die selbstverständliche Folgerung, daß ohne Beteiligung wenigstens eines der beiden Gase ablaufende Umsetzungen den Quotienten, das ist das Verhältnis der Gasvolumina, nicht beeinflussen. Daher ist es von vornherein unmöglich, allein mit Hilfe des Quotienten Schlüsse auf Reaktionen innerhalb einer Reduktionsstufe zu ziehen oder eine Entscheidung zwischen zwei Zwischenstoffen gleichen Oxydationsgrades zu treffen.

Es kann demnach der Koeffizient im Bezug auf Zwischenprodukte nur dann etwas Positives aussagen, wenn diese sich im Reduktionsgrade von den Endprodukten unterscheiden. Ich mache darum für das Folgende die willkürliche Voraussetzung, daß derart

---

1) URSPRUNG, diese Berichte 36 (1918) 122.

2) W. u. ST. schreiben $\frac{CO_2}{O_2}$; ich ziehe den reziproken Wert $\frac{O_2}{CO_2}$ vor aus Gründen, die im Anhang zu dieser Mitteilung zu finden sind.

beschaffene Zwischenglieder auftreten. Alsdann sind drei Fälle zu unterscheiden.

1. Der Gehalt an Zwischenprodukten erfährt während des Beobachtungszeitraumes weder qualitative noch quantitative Veränderungen, Bildung und Verbrauch halten einander für jedes einzelne derart vollkommen die Wage, daß, was die Intermediärstoffe anbelangt, der Zustand zu Ende des Versuches dem zu Beginn desselben durchaus entspricht. Unter diesen Umständen ist es die Zusammensetzung der Endprodukte, die, und das ganz allein, für den Wert des Quotienten maßgebend ist. Rückschlüsse auf Vorkommen oder Fehlen oder auf die Art der Zwischenglieder sind unmöglich.

Diese Erkenntnis ist den Pflanzenphysiologen nicht neu, sie schlossen seit langem, wennschon aus weniger exakten Messungen des Koeffizienten, daß Kohlenhydrate als Endglieder der Assimilation entstünden. Desgleichen wurde ausgesprochen, daß trotz der Volumgleichheit zwischen Sauerstoff und Kohlendioxyd Säuren als Zwischenglieder denkbar seien[1]).

2. Schwankt innerhalb des Beobachtungsintervalles der Gehalt an Zwischenstoffen, so wird diese Änderung, wohlgemerkt die Änderung, Einfluß auf den Quotienten ausüben, es bleibt indes dann noch zu untersuchen, ob der Ausschlag eine Höhe erreicht, die analytischen Nachweis zuläßt? Das hängt von der Größe der Abweichung ab sowie von der Genauigkeit, mit der sich der Koeffizient bestimmen läßt. Erstere ist wiederum eine Funktion sowohl des Verhältnisses von Zwischenprodukt Zu- oder Abnahme zur Menge der gleichzeitig erzeugten Endstoffe als auch der Zusammensetzung dieser beiden Stoffklassen.

3. Einzig wenn es gelingt einen Zustand aufrecht zu erhalten, bei dem ohne Bildung der normalen Endprodukte sich fortgesetzt Zwischenglieder anhäufen, wären diese allein für den Quotienten bestimmend. Ob diese Möglichkeit während einer für Messungen ausreichenden Zeitspanne verwirklicht werden kann, scheint fast zweifelhaft. In W. und ST. Versuchen war dies nach meinem Dafürhalten nicht der Fall, worauf ich gleich zurückkomme.

Solange aber diese letzte Voraussetzung nicht zutrifft, ist es fehlerhaft, einen Quotienten zu werarten, wie ihn die alleinige Bildung eines Mittelgliedes verlangt (z. B. Oxalsäure $\frac{O_2}{CO_2} = {}^1/_4$, Ameisensäure $\frac{O_2}{CO_2} = {}^1/_2$ etc.) Vielmehr ist der theoretischen Ab-

---

1) So von A. MAYER an der von W. und ST. angeführten Stelle.

leitung des Koeffizientenwertes eine Formel zu Grunde zu legen, die von dem oben an zweiter Stelle betrachteten, allgemeinen Falle ausgeht.

Als Beispiel will ich eine aufstellen, die der Einfachheit halber mit Ameisensäure als einzigem Zwischenprodukt rechnet.

Zustand des Systems bei Beginn des Versuches:

1. $x\,(CO_3H_2)$ . . . . . . $y\,(CO_2H_2)$ . . . . $z\,(C_6H_{12}O_6)$

Zustand am Ende desselben:

2. $(x-n)\,(CO_3H_2)$ . . . . $(y+m)\,(CO_2H_2)$ . . . . . . $\left(z+\frac{n-m}{6}\right)$ $(C_6H_{12}O_6) + (n-m)\,O_2 + \frac{m}{2}\,O_2$;

$$\text{also: } \frac{O_2}{CO_2} = \frac{n-\frac{m}{2}}{n}$$

Das gilt für Ameisensäurezunahme. Verringert sich deren Menge, so wird m negativ und die wie folgt geänderte Formel 2:

$(x-n)\,(CO_3H_2)$ . . . . $(y-m)\,(CO_2H_2)$ . . . . . . $\left(z+\frac{n+m}{6}\right)$ $(C_6H_{12}O_6) + (n+m)\,O_2 - \frac{m}{2}\,O_2$

$$\text{ergibt: } \frac{O_2}{CO_2} = \frac{n+\frac{m}{2}}{n}$$

Bleibt der Säuregehalt konstant, so ist $m = o$ und damit $\frac{O_2}{CO_2} = \frac{n}{n} = 1$ wie das der vorgesehene Endstoff, Kohlenhydrat, verlangt. Das wäre der erste der vorn aufgeführten Fälle, ersichtlich ein Grenzfall des zweiten.

Unterbleibt eine Zunahme des Endproduktes, so wird $m = n$ und $\frac{n-\frac{m}{2}}{n}$[1]) gleich $\frac{n/2}{n} = {}^1/_2$ (Ameisensäure). Dies ist die dritte der obigen Möglichkeiten, ein anderer Grenzfall der zweiten.

Zum in den zu besprechenden Versuchen realisierten Fall (2) zurückkehrend stelle ich die Frage, welchen Wert der Bruch $\frac{m}{n}$ annehmen kann, ohne daß die Abweichung der Koeffizienten von eins analytisch nachweisbar ist. Damit ist zugleich gesagt, welcher Prozentsatz der aufgenommenen Kohlensäure als Zwischenglied erhalten bleiben kann, ohne daß das Studium des Gasaustausches dies festzustellen vermag.

---

1) Es ist nach dieser Formel zu rechnen. Denn wenn kein Endprodukt entsteht, muß, wenn überhaupt etwas geschieht, die Menge der Mittelglieder zunehmen.

Ist, immer für Ameisensäure als einziges Zwischenprodukt, $\frac{m}{n}=\frac{1}{10}$, so wird $\frac{O_2}{CO_2}=0{,}95$; bei $\frac{m}{n}=\frac{1}{100}$ wird $\frac{O_2}{CO_2}=0{,}995$. W. und ST. haben Ausschläge von 0,02, sie geben nie mehr als zwei Dezimalen, somit liegt der zweite Wert sicher innerhalb der Grenze der methodischen Fehler[1]).

Daß eine Verbesserung der analytischen Methodik zu einer Rückverlegung der Fehlergrenzen führe, halte ich für unwahrscheinlich, da andere mit Gasaustausch verbundene Umsetzungen (Atmung vor allen) in diesen Regionen stören werden.

Die vorstehende Betrachtung gestattet eine weitere nicht uninteressante Folgerung. Auch zur Entscheidung über das Auftreten eines von zwei möglichen Zwischengliedern ungleichen Reduktionsgrades ist der Koeffizient allein nur im dritten der aufgestellten Fälle brauchbar. In den beiden übrigen, wenn nicht außerdem das Verhältnis m : n bestimmt werden kann, im allgemeinen[2]) nicht[3]).

Offenbar ist also zunächst in der Theorie eine allmählich verlaufende Ansammlung von Zwischenprodukten vorstellbar ohne meßbare Beeinflussung des Koeffizienten.

Unter den von W. und ST. mitgeteilten Versuchen kann bei demjenigen, in welchem bei langdauernder (10; $15^1/_4$ Stunden) intensiver ($8^1/_2$ % CO_2; 45000 Lux; 25 ° C) Assimilation ein Rückgang der Leistung auf 60 % des Anfangswertes gefunden wurde, mit einiger Sicherheit angenommen werden, daß die Menge der Zwischenglieder, vorausgesetzt es entstehen wirklich solche, sich während des Versuches geändert habe. Denn unter diesen Umständen ist es wahrscheinlich, daß der Einfluß der im isolierten Blatte angesammelten Assimilate den Abfall verursacht hat[4]). Liegt eine derartige Hemmung a tergo vor, so muß diese durch Vermittlung sämtlicher Zwischenglieder zum Ausgangsgliede gelangen, die intermediären Stoffe werden also eine Zunahme erfahren. Doch ist nicht anzunehmen, daß alle verschwindende Kohlensäure — im Dauerversuch 0,4 bis 0,6 g bei 7 g Blätterfrischgewicht — auf der Stufe eines Zwischengliedes zurückgehalten wurde. Denn dies ergäbe, bezogen auf das gesamte Wasser des Versuchsmaterials, für Ameisensäure, eine 8 bis 12 proz., für Formaldehyd eine 6 bis 8,5 proz. Lösung. Es entsteht also bestimmt Endprodukt und liegt der zweite der obigen Fälle vor. Wird, was nach der angestellten Rechnung nicht am Quotienten nachweisbar, 1 % der verbrauchten Kohlensäure nur bis zu Ameisensäure reduziert, so ergibt dies eine Konzentrationszunahme von 0,08 bis 0,12 %. Wird die Anhäufung örtlich begrenzt gedacht, eine Vorstellung, die mir im vorliegenden Zusammenhang aus anderen Gründen notwendig erscheint, so kann es lokal zu einer stärkeren Steigerung kommen. Dabei ist nicht zu bezweifeln, daß selbst geringe Gehaltsänderungen ausgesprochene physiologische Wirkungen zu entfalten vermögen.

---

[1]) Für das höchst oxydierte, also die stärksten Ausschläge versprechende der denkbaren Mittelglieder, die Oxalsäure, wären die Abweichungen des Koeffizienten entsprechend größer als für Ameisensäure. Für m : n = 1 : 100 ergibt sich dann: $\frac{O_2}{CO_2}=0{,}9925$. Auch dies im Rahmen der Fehlergrenze.

[2]) Höchstens bei sehr starker Annäherung an den (Grenz)fall 3.

[3]) Dabei denke ich immer nur an ein Zwischenprodukt.

[4]) Nimmt man die zweite von W. und ST. in Betracht gezogene mögliche Ursache für den Rückgang — die Ermüdung des enzymatischen Systems — als wirksam an, so wird bei der Unkenntnis der Art des Enzymangriffes die Beweiskraft des angeführten Versuches von vornherein zweifelhaft.

W. und ST. haben die Formaldehydhypothese im Hinblick auf die beobachtete Konstanz des Quotienten dahin ausgestaltet, daß sie annehmen, die Kohlensäure-Chlorophyll-Verbindung bleibe bis zur völligen Reduktion zu Formaldehyd bestehen, erst dieser werde aus der Bindung entlassen. Dieser Mechanismus erkläre, wie trotz möglichen Überganges über Bindeglieder (Ameisensäure)[1] deren freies Auftreten unmöglich gemacht werde. Bei dieser Erklärung des besprochenen Versuches wird mit einer Vermehrung des freien Aldehydes zu rechnen sein, dieser, der sich wegen eines Übermaßes an Zucker nicht mehr kondensieren könnte, verhinderte die Abspaltung des frisch durch Reduktion entstandenen Aldehydes. Die danach anzunehmende Gehaltssteigerung könnte bei der Giftigkeit des Aldehydes nur gering sein.

Damit glaube ich gezeigt zu haben, daß neben der von W. und ST. gegebenen Deutung eine andere nicht ganz abstruse möglich ist; womit bewiesen ist, daß W. und ST. Bestimmung des Assimilationsquotienten nicht als bindender Gegenbeweis gegen das freie Auftreten schwächer reduzierter Zwischenglieder angesehen werden darf, also auch mit solchen arbeitende Hypothesen nicht unbedingt widerlegt. Daher war es nicht notwendig, daß K. A. HOFMANN[2]. einer der modernen Vertreter des Überganges über Ameisensäure, sich so rasch dahin entschied, diese Säure verbleibe in Verbindung mit CP. und werde dort weiter verarbeitet.

Als positiver Beweis zu Gunsten eines Aldehyd-Auftretens ist die Konstanz des Koeffizienten nur in Verbindung mit einem weiteren Gedankengang W. und St., den ich hier nachtrage, brauchbar. Diese Autoren sagen, da alle Zucker Derivate des Formaldehydes und da dieser mit ihnen auf der gleichen Reduktionsstufe steht, zugleich wie die Kohlensäure nur ein Kohlenstoffatom im Molekül enthält, muß er, frei oder gebunden, auftreten, kontrovers kann nur das freie Auftreten sein. Der Übergang über Formaldehyd ist nach meiner Meinung nur dann notwendig, wenn die vollständige Reduktion sich vor jeder Synthese und unabhängig von ihr abspielt. Mag diese Trennung für die heutigen Kenntnisse das Wahrscheinlichste sein, bewiesen ist sie nicht.

---

[1] Siehe in folgenden S. (22).

[2] HOFMANN u. SCHIBSTED, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 51 (1918) 1399.

Als Ergebnis dieser Ausführungen, die ich, wenn ich mich nicht auf unbewiesene Behauptungen beschränken wollte, nicht kürzer fassen konnte, ergibt sich, daß W. und St. die Bedeutung des Assimilationsquotienten überschätzt haben[1]). Wird derselbe richtig gewertet, so bleiben die Gedanken W. und St. im Bereich des Hypothetischen; der erhobene Anspruch auf unbedingte Gültigkeit ist darum zurückzuweisen. Andererseits ist nicht zu übersehen, daß W. und St.s Versuche nicht den leisesten Anhalt für das Auftreten schwächer reduzierter Mittelglieder ergeben haben. Daher kann das Urteil anders lauten, wenn unter Verzicht auf Gewißheit allein die Wahrscheinlichkeiten gegeneinander abgewogen werden; dabei werden W. und St.s Versuche und Überlegungen voll in die Wagschale fallen.

Aus den entwickelten Gründen darf trotz der gefundenen Konstanz des Koeffizienten eine vor kurzem von A. Meyer[2]) aufgestellte Formel: $mCO_2 + nH_2O = pC_6H_{12}O_6 + x$ Assimil. Secret $+ (m + y) O_2$ aufrecht erhalten werden. Sie soll der Bildung eines Assimilationssekretes Rechnung tragen und sieht als heuristische Hypothese dessen Bildung in einer Reaktion oder doch in gerader Reaktionskette aus Kohlensäure vor. Denn das Sekret wird, sofern es tatsächlich in der angenommenen Weise entsteht, was ich vorläufig bezweifele, in verhältnismäßig kleinen Mengen gebildet werden, so daß selbst bei starker Abweichung vom Reduk-

---

1) Um falscher Beurteilung vorzubeugen, bemerke ich ausdrücklich, daß W. und St. die von mir besprochenen Einflüsse bedacht haben. So sagen sie z. B. (S. 316): „Ob die Reaktion diese Zwischenstufen überspringt oder ob sie dieselben stufenweise herabschreitet, kann die Bestimmung des assimilatorischen Koeffizienten entscheiden, namentlich unter jenen Bedingungen, welche die Anhäufung eines Zwischenproduktes erwarten lassen“.

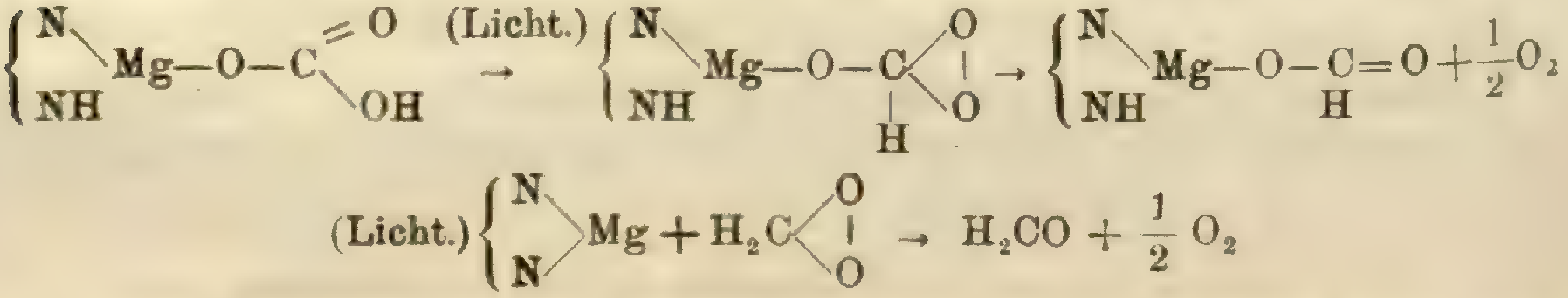
2) A. Meyer, diese Berichte 35 (1917) 586 und 36 (1918) 235.

tionsgrade der Kohlenhydrate eine erkennbare Wirkung auf den Quotienten ausbleiben wird.

Versuche mit sogenanntem isolierten CP., die von verschiedenen Seiten für die Formaldehydhypothese ins Feld geführt wurden, sind nach W. und ST. zu beanstanden. Es dürfte der dabei nachgewiesene Formaldehyd nicht einmal, wie einige vermuteten, einer Photooxydation des CP., sondern vielmehr einer solchen vorhandener Verunreinigungen sein Dasein verdanken. Jedenfalls konnten W. und ST. mit reinen Präparaten die vorliegenden positiven Angaben nicht bestätigen. Ebensowenig gelang es, lösliche Peroxyde aufzufinden. Dies spricht gegen CHODAT und SCHWEITZER[1]), die sich USHERS und PRIESTLEYs annehmend, deren Gedanken experimentell gestützt zu haben glauben. In längeren hier nicht wiederzugebenden Ausführungen besprechen W. und ST. diese Versuche und zeigen, weshalb dieselben nicht zu den von CHODAT und SCHWEITZER gezogenen Schlüssen verwendet werden können.

II.

Beim rein Hypothetischen beginne ich mit W. und ST., deren Anschauungen unter Vervollständigung des Mitgeteilten zusammenfassend. Nach ihnen wird das Kohlendioxyd von den Blattzellen als dissoziabele Kohlensäureverbindung aufgenommen, als solche dem CP. zugeführt und diesem mit oder ohne Lösen der ersten Bindung angelagert, wie das vorn beschrieben wurde. Dies Geschehen greife die Lichtenergie ein und verwandele die mit dem CP. verbundene Kohlensäure durch eine Energiezufuhr erheischende Umlagerung der Atome innerhalb des Moleküls (Verschiebung der Valenzen) in ein Isomeres von Peroxydcharakter, das sich zum freiwilligen Zerfall unter Sauerstoffentwicklung eigne und unter enzymatischer Beschleunigung in dieser Weise zerfalle, wobei als Übergangsglied gebundene Ameisensäure auftreten könne, die den gleichen Prozeß — Peroxydbildung und Zerfall — durchmache:



$$\left\{\begin{matrix}\mathrm{N}\\ \mathrm{NH}\end{matrix}\right.\!\!>\mathrm{Mg{-}O{-}C}\begin{matrix}{=}\mathrm{O}\\ \mathrm{OH}\end{matrix} \xrightarrow{\text{(Licht.)}} \left\{\begin{matrix}\mathrm{N}\\ \mathrm{NH}\end{matrix}\right.\!\!>\mathrm{Mg{-}O{-}}\underset{\mathrm{H}}{\mathrm{C}}\!<\!\begin{matrix}\mathrm{O}\\ |\\ \mathrm{O}\end{matrix} \rightarrow \left\{\begin{matrix}\mathrm{N}\\ \mathrm{NH}\end{matrix}\right.\!\!>\mathrm{Mg{-}O{-}}\underset{\mathrm{H}}{\mathrm{C}}\mathrm{{=}O} + \frac{1}{2}O_2$$

$$\text{(Licht.)}\left\{\begin{matrix}\mathrm{N}\\ \mathrm{N}\end{matrix}\right.\!\!>\mathrm{Mg} + H_2C\!<\!\begin{matrix}\mathrm{O}\\ |\\ \mathrm{O}\end{matrix} \rightarrow H_2CO + \frac{1}{2}O_2$$

Als Peroxyd denken W. und ST. an Perameisensäure oder eher an Formylhydroperoxyd, für welches sich SCHAUM in einer Bemerkung zu W. und ST. noch entschiedener ausspricht. Unmittel-

---

1) CHODAT und SCHWEITZER, Arch. d. Sc. phys. et nat. [4] 39 (1915) 334.

bar oder mittelbar entstehe also Formaldehyd, der als solcher sich von dem CP.-Molekül löse und weiterverarbeitet werde. Zu letzterem wurde durch Versuche festgestellt, daß CP. und Formaldehyd nicht miteinander reagieren. Das läßt sich gegen SCHRYVER verwerten, welcher eine Verbindung des Aldehydes mit CP. an nimmt.

Zu den vorbereitenden Schritten — Bindung und Anlagerung — ist vorn das Nötige gesagt. Am besten begründet ist der Gedanke der CP.-Kohlensäure-Verbindung. Überhaupt halte ich als Pflanzenphysiologe den durch die Darstellung dieser Verbindung geführten Nachweis ihrer Existenzmöglichkeit für die wichtigste unter W. und ST. Entdeckungen. Die Peroxydhypothese entbehrt bis jetzt der experimentellen Grundlage und die Bemühungen, auch nur einen Anhalt für eine solche zu gewinnen, sind gescheitert. Ich sage damit weder, daß diese Vorstellung falsch noch daß sie unwahrscheinlich sei, sondern ich will lediglich aber mit Bestimmtheit ihren konstruktiven Charakter hervorheben[1]. Ich halte dies für notwendig, weil zum Beispiel SCHAUM schon heute von dem durch WILLSTÄTTER geführten Nachweis dieses Reaktionsmechanismusses spricht.

SCHAUM[2] hat, wie erst jetzt allgemeiner bekannt wird, bereits 1907 die Möglichkeit einer intermediären Peroxydentstehung, allerdings ohne den Gedanken an Anlagerung, ausgesprochen; er macht jüngst unter Bezugnahme auf die Arbeiten von W. und ST. einige Bemerkungen über die Art und Weise des Lichteingriffes. Ich entnehme denselben außer dem Gedanken einer ungleich festen Bindung der beiden Sauerstoffatome im Kohlendioxydmolekül eine Annahme über die Rolle des CP., die ich nicht kürzer als mit seinen eigenen Worten wiedergeben kann: „Ob das System CO_2, H_2O im eigenen (ultravioletten), Elektronenresonanzgebiet zu einer photochemischen Umwandlung in eine peroxydartige Verbindung befähigt ist und der CP.-Komplex nur sensibilisierend die spektrale Empfindlichkeit der Reaktion verschiebt, müssen besondere Versuche entscheiden. Wahrscheinlicher dürfte die Annahme sein, daß der Kohlensäurekomplex durch die Anlagerung an die CP.-Molekel eine derartige Beeinflussung der Elektrovalenzfelder erfährt, daß er jene spezifische Lichtwirkung erleiden kann“[1]).

---

[1] Das gilt entsprechend meinem Standpunkt in erster Linie für W. und ST. Gedanken als Ausdruck für das wirkliche Geschehen in der Pflanze. Doch scheint, soweit ich urteilen kann, die rein chemische Begründung der beiden Autoren sich auf dem Nachweis zu beschränken, daß keine Bedenken gegen die Möglichkeit einer derartigen Isomerisation der Kohlensäure bestehen.

[2] SCHAUM, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 51 (1918) 1372.

WISLICENUS[2]) hat nach einer Veröffentlichung der letzten Monate die Möglichkeit einer Reduktion von Kaliumbikarbonat[3]) und einigen anderen Karbonaten zu Formiat durch Hydroperoxyd erwiesen. Die Übertragung dieses Geschehens auf die Vorgänge in der Pflanze, ein Verfahren, das an PHIPSONs[4]) Ideen erinnert, bietet gewisse Schwierigkeiten, die naturgemäß dem Pflanzenphysiologen lebhafter zum Bewußtsein kommen als dem Chemiker. WISLICENUS gibt sich mit der Bemerkung zufrieden, daß Hydroperoxyd überall zugegen sei, wo langsame Oxydation sich vollziehe. Seine Formeln verlangen für jedes Molekül zerlegter Kohlensäure ein Molekül Wasserstoffsuperoxyd. Derartige Mengen von diesem können aber unmöglich als Nebenprodukt der Atmung entstehen, zumal da diese Entstehung wohl an den Ort der Assimilation, das ist das Chlorophyllkorn, gebunden sein müßte. Jeder anderen Vorstellung steht bis jetzt die Beobachtung PFEFFERs im Wege, wonach Oxydationen, die der Zelle von Außen zugeführtes Wasserstoffsuperoxyd hervorruft, ohne dies nicht eintreten, nicht weniger vielleicht auch die bekannte weite Verbreitung der Katalase.

Der von KLEINSTÜCK[5]) geäußerten Auffassung einer Hydroperoxyd-Bildung bei langsamer Verdunstung begegenen die gleichen Bedenken, außerdem Schwierigkeiten, die aus der Assimilation Submerser sich ergeben. Nimmt man, um dem aus dem Wege zu gehen, an, das Hydroperoxyd werde eigens für die Assimilation in den Chloroplasten erzeugt, so kann dies nur durch eine endotherme Reaktion aus Wasser und Sauerstoff geschehen und der Gedanke von WISLICENUS, der erste Schritt der Assimilation verlaufe ohne Energieaufnahme wird hinfällig. Denn diese endotherme Wasserstoffsuperoxydbildung wäre unter diesen Umständen der erste Schritt der Assimilation. Unabhängig übrigens von jedem Wortstreit hierüber verstehe ich nicht, warum die erste Stufe der Kohlensäure-Reduktion nicht endotherm verlaufen sollte.

---

1) Der Gedanke ist auch losgelöst von der Peroxydhypothese beachtenswert.

2) WISLICENUS, Berichte d. Deutsch. Chem. Gesellschaft 51 (1918) 942.

3) Dieses Salz reagierte auch bei WISLICENUS am besten. (Vergl STOKLASA und die S. 78 meines Assimil.-Buches angeführten Autoren.)

4) FIRSON, den ORLOFF-KITAIBL anführt, dürfte ein bei der Hin- und Herübertragung in das und aus dem CYRILLschen Alphabet verketzerter PHIPSON sein. Da ORLOFF keine Ortangabe bringt, kann ich diese Vermutung nicht prüfen.

5) KLEINSTÜCK, Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. 51 (1918) 108.

Ursprünglich auf Anregung von WISLICENUS ist KLEINSTÜCKs[1]) gleichfalls mit Hydroperoxyd arbeitende und Reduktion zu Formaldehyd annehmende Vermutung zurückzuführen. Weniger vorsichtig als jener glaubt er gültige Beweise für die Berechtigung einer Anwendung auf die Pflanze beigebracht zu haben. Er irrt, worüber in allseitiges Nachdenken und gründlicheres Literaturstudium hätte aufklären können.

Ich führe zur Begründung dieses Urteils und um das Festwurzeln falscher Meinungen zu verhüten, folgendes an:

1) Der Assimilationsquotient bedeutet das Verhältnis der Gasvolumina, nicht der Gewichte, wie KLEINSTÜCK glaubt. Seine vermeintliche Stütze ist also hinfällig.
2) Reduzierende, aus alkalischem Medium flüchtige Stoffe in Pflanzen und Pflanzenteilen dürfen namentlich seit CURTIUS und FRANZENs Arbeiten nicht einfach als Formaldehyd angesehen werden, und wenn dieser wirklich im Cambialsaft von Coniferen auftritt, beweist dies noch lange nicht, daß er tatsächlich im assimilierenden Blatte entstehe.
3) Anwesenheit eines derartigen Stoffes im Destillate einer assimilierenden Submersen beweist nicht, daß in der Außenflüssigkeit gefundenes Hydroperoxyd innerhalb der Pflanze eine Reduktion des Kohlendioxydes bewirkt habe.

Übrigens hat vor Jahren PFEFFER in Wasser, in welchem *Spirogyra* assimiliert hatte, vergeblich nach Hydroperoxyd gesucht. Dieser Widerspruch wäre aufzuklären.

Schließlich hat EWART sich letzthin zur Frage geäußert. Wiedergabe oder Kritik seiner Gedanken ist mir bei der Unzulänglichkeit der beiden mir allein bekannten Referate unmöglich

K. A. HOFMANNs[2]) Arbeiten sind auf dem Boden der reinen Chemie geblieben, ich entnehme denselben zwei Sätze, erstens die Aussage: „künstliche Assimilation der Kohlensäure ist bisher nur auf dem Wege über Ameisensäure bezw. ihre Salze durchgeführt worden“ und zweitens das allgemeine Ergebnis: „daß man von der Ameisensäure zu Formaldehyd usw. mit befriedigenden Ausbeuten nur auf dem Umwege über die Formiate gelangt“. Daß HOFMANN daraus auf Ameisensäure als Zwischenprodukt der pflanzlichen Assimilation schließt, wurde bereits erwähnt[3]).

Wenn ich das Ergebnis ziehe, so komme ich abermals zum Eingeständnis, daß wir noch recht weit vom angestrebten Ziele. Einigen Fortschritt haben indes W. und ST. Arbeiten gebracht; sie haben außerdem Anregungen gegeben, deren Bearbeitung weitere Erfolge verspricht. Zugleich möchte ich ausdrücklich anerkennen, daß diese beiden Autoren, im Gegensatz zu vielen ihrer Fachgenossen, sich bemühten, durch Versuche mit Pflanzen ihre Ideen zu verifizieren und daß sie, wie Äußerungen an verschiedenen Stellen ihres Buches zeigen, sich des Abstandes vom Ziele bewußt sind.

---

[1]) a. a. O.

[2]) K. A. HOFMANN und SCHUMPELT, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 49, (1916) 303; HOFMANN und SCHIBSTED, ebenda 51 (1918) 1389 und 1398.

[3]) Bezüglich der gemachten Annahme einer der Kohlensäure vorausgehenden Wasserspaltung ist das auf Seite 157—158 meines Assimilationsbuches Gesagte nachzusehen.

Anhang: Vorschlag zu einer einheitlichen Schreibweise des Assimilationsquotienten.

Sowohl der Bruch $\frac{O_2}{CO_2}$ als auch sein reziproker Wert $\frac{CO_2}{O_2}$ werden als Assimilationsquotient bezeichnet. Ersteren benutzen BONNIER und MANGIN, MAQUEME-DEMOUSSY und von Lehrbüchern z. B. das von JOST und das PALLADINs; letzteren SCHLÖSSING, KNIEP, WILLSTÄTTER und STOLL, sowie ich selber. Diese Verschiedenheit kann zu Mißverständnissen führen und hat dazu geführt, wenn z. B. CZAPEK (Biochemie I. 523) der Arbeit BONNIER und MANGINs die Atmungskoeffizienten entnimmt und als Assimilationsquotienten bringt. (W. und ST. S. 322 Anmerk. 2).

Ich schlage daher vor, mich selbst bekehrend, in Zukunft einheitlich die Schreibweise $\frac{O_2}{CO_2}$ anzuwenden. Die Gründe für meine Wahl sind folgende:

1. Der Assimilationsquotient wird logisch und zweckmäßig[1]) als der reziproke Wert des Atmungsquotienten zu symbolisieren sein. Für diesen ist in der Pflanzenphysiologie allgemein die Formel $\frac{CO_2}{O_2}$ (PFEFFER, JOST, PALLADIN, CZAPEK, WARMING-JOHANNSEN, DETMER, WIESNER und andere) eingebürgert. Die Tierphysiologie bevorzugt gleichfalls seit langem diese Form (PFLÜGER 1875, HOPPE-SEYLER u. a.)[2]).

2. Der Schreibart $\frac{O_2}{CO_2}$ dürfte die Priorität zukommen. BONNIER und MANGIN, die dieselbe einführten, sind meines Wissens die ersten, die die Wiedergabe als Bruch oder Verhältnis gebrauchten. Ältere (BOUSSINGAULT) sprechen nur von Volumgleichheit oder geben die absolute Höhe des Unterschiedes. Da diese jedoch nur bei Kenntnis der Umsatzhöhe überhaupt einen

---

[1]) Siehe das oben über CZAPEKs Irrtum Gesagte. PALLADIN (und CZAPEK) schreiben sowohl den Atmungs- wie den Assimilationsquotienten $\frac{CO_2}{O_2}$.

[2]) Als Ausnahme nenne ich CLAUDE BERNARD (1878).

Rückschluß erlaubt und auch dann nicht das gleiche anschauliche Bild liefert wie der Koeffizient, ist dessen Einführung entschieden ein Fortschritt.

Diese Erwägungen sind für meinen Vorschlag maßgebend. Dabei wäre die Schreibweise $\frac{O_2}{CO_2}$ streng einzuhalten und nicht durch $\frac{\text{Sauerstoff}}{\text{Kohlensäure}}$ oder $\frac{O}{CO_2}$ zu ersetzen[1]). Denn der Bruch $\frac{O_2}{CO_2}$ will besagen Volumina Sauerstoff zu Volumina Kohlendioxyd oder was das gleiche, Moleküle Sauerstoff zu Molekülen Kohlendioxyd, und gerade das symbolisiert richtig gelesen die erstgenannte Formel. BONNIER und MANGIN schrieben $\frac{O}{CO_2}$. Vielleicht ist der Irrtum KLEINSTÜCKs[2]) dadurch verursacht.

Schließlich könnte man den rohen Wert, wie ihn die unmittelbare Beobachtung beim Bestehen unvermeidlicher Störungen durch andere unter Beteiligung eines oder beider Gase verlaufende Umsetzungen (Atmung) ergibt, vom korrigierten, allein für den Gaswechsel bei der Assimilation gültigen, unterscheiden. Als Assimilationsquotient hat allein der letztere zu gelten, selbst wenn er nur begrifflich zu fassen wäre. Soll an den Symbolen eine Unterscheidung nötig sein, so wären Zusätze wie roh oder korrigiert angebracht. Da die Größe der Abweichung des rohen vom korrigierten Werte von den Versuchsbedingungen abhängt, sie kann unter Umständen bis in die Fehlergrenzen der Methodik herabsinken, hat ersterer, der rohe Wert, keine Bedeutung.

---

1) Gegen die Schreibart $\frac{\text{Volum Sauerstoff}}{\text{Volum Kohlendioxyd}}$ ist natürlich nichts einzuwenden.

2) Siehe vorn S. (25).

2. Ernst Lehmann: Die Pentasepalie in der Gattung Veronica und die Vererbungsweise der pentasepalen Zwischenrassen.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

Die Scrophulariaceenreihe gehört zu den berühmtesten Beispielen pflanzlicher Entwicklung. Es ist bekannt genug, wie die Zygomorphie sich schrittweis in der Familie der Scrophulariaceen ausgebildet hat und wie die Reduktion der Fünfzahl in den äußeren drei Blütenwirteln stufenweis sich verfolgen läßt. Die Reduktionen im Andröceum bilden bekanntlich das Musterbeispiel pflanzlicher Reduktionen überhaupt. Jedermann weiß, daß das hintere mediane Staubblatt zunächst steril wird, um dann über eine Reihe staminodialer Rückbildungsstufen ganz zu verschwinden; und daß von den vier übrigen Staubblättern zunächst ein Paar kürzer wird, um dann ebenfalls über eine Reihe staminodialer Rückbildungen aus dem Bauplan der Scrophulariaceenblüte auszuscheiden.

Viel weniger, als mit den Reduktionen im Andröceum hat man sich mit den Reduktionsverhältnissen in Blumenkrone und Kelch beschäftigt. Es ist das durchaus verständlich, da hier die Rückbildungen viel weniger auffallend vonstatten gehen. Wir müssen aber dennoch auch diesen Verhältnissen unsere Aufmerksamkeit zuwenden, damit wir zu den Betrachtungen, die wir in der Gattung *Veronica* vornehmen wollen, die nötige Stellung gewinnen.

Bei all den Gattungen, welche wir an den Anfang der Entwicklungsreihe der Scrophulariaceen zu stellen gewohnt sind, finden wir einen fünfgliedrigen Kelch. So ist es bei *Verbascum*, so auch bei schon etwas weiter abgeleiteten Typen, wie *Linaria*, *Scrophularia* und anderen. Es ist nun bemerkenswert, das wir unter den zu diesen Gattungen gehörigen Arten solche finden, bei denen das hintere mediane Kelchblatt den übrigen Kelchblättern gegenüber in seinem Wachstum gefördert ist. So sehen wir es bei *Linaria*, so bei *Mimulus* und einigen anderen Gattungen. Schon innerhalb der Gattung *Linaria* aber finden wir auch Arten, bei denen diese Wachstumsförderung des hinteren medianen Kelchblattes nicht statt hat. Nach VÖCHTING (1898, S. 61) eilt das hintere Kelchblatt bei *Linaria spuria* und *Elatine* im Wachstum beträchtlich voran, bei *Linaria Cymbalaria* weniger und bei *L* *spartea* u. a. entwickelt es sich etwa so rasch, wie die beiden hinteren Seitenglieder.

Bei all diesen Gattungen aber, sei es nun, daß das hintere Kelchblatt im Wachstum gefördert wird oder nicht, liegt der Beginn und der Nachdruck der Kelchentwicklung auf der Hinterseite des Blütenprimordiums. Das hintere mediane Kelchblatt entsteht als erstes, dann folgen die beiden seitlichen und erst zuletzt die beiden vorderen. Die Anlage des Kelches ist also eine typisch absteigende. Das ist nun aber nicht bei allen Scrophulariaceenblüten so. Wir sehen vielmehr, wie sich innerhalb der Scrophulariaceenreihe der Schwerpunkt der Blütenentwicklung von der Hinterseite nach der Vorderseite des Blütenprimordiums verschiebt. Betrachten wir weiter abgeleitete Typen, etwa *Gratiola*, *Digitalis* u. a., so finden wir nicht mehr das hintere Kelchblatt zuerst angelegt; es entsteht vielmehr zunächst

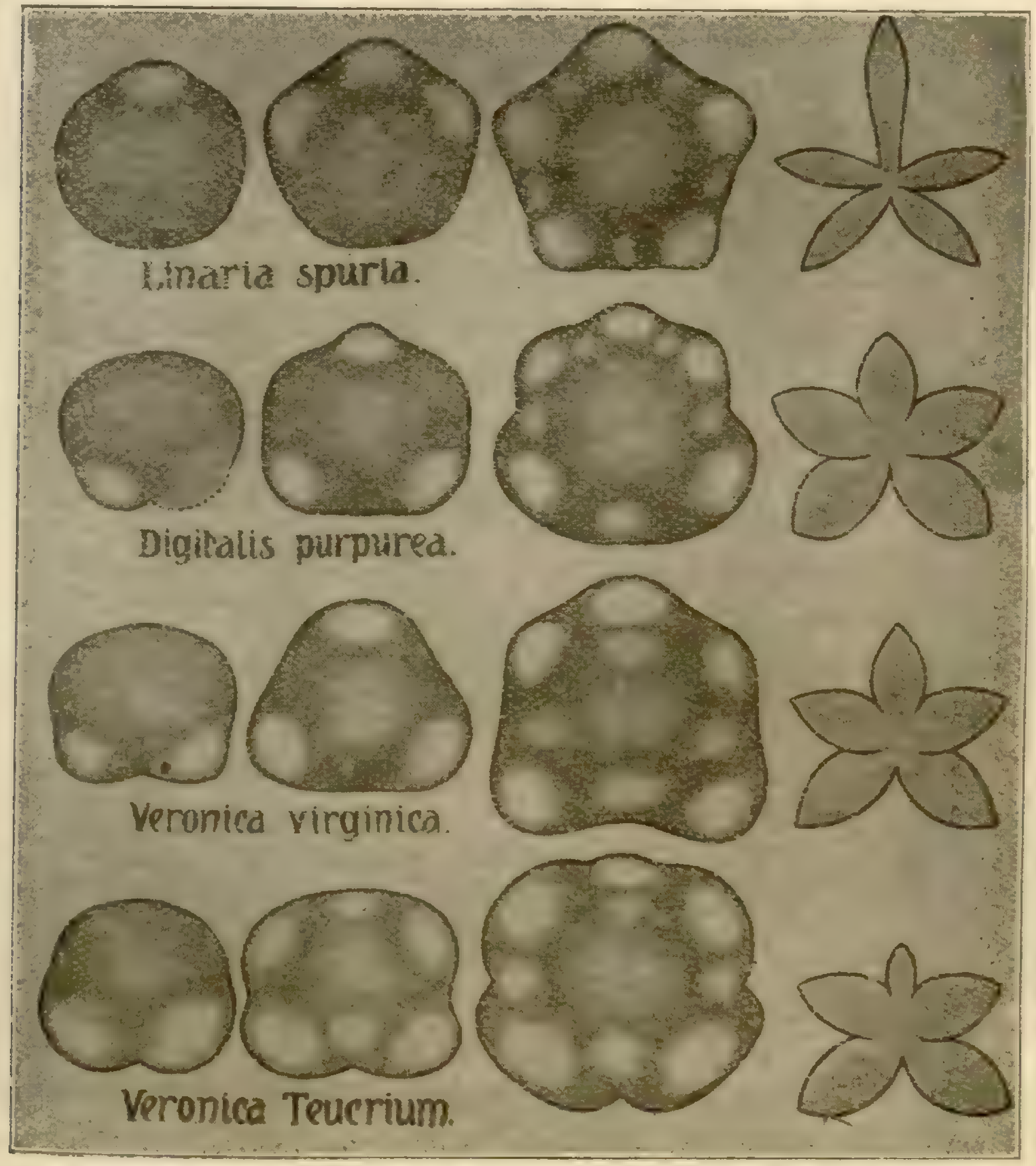


Abb. 1.

eins der beiden vorderen oder es treten beide vordere zuerst auf, erst nachher folgt das hintere als 2. oder 3. (vgl. SCHUMANN, MUTH). Mit dem späteren Auftreten des hinteren Kelchblattes sehen wir dann eine immer weiter fortschreitende Reduktion desselben Hand in Hand gehen. Bei *Digitalis* findet sich dieselbe zunächst darin ausgesprochen, daß auch im fertigen Zustand das hintere Kelchblatt hinter den übrigen mehr oder weniger erheblich an Größe zurückbleibt. Es ist also das umgekehrte Verhältnis, wie bei manchen *Linaria*-Arten zustande gekommen.

Bei all diesen Gattungen treten aber immer alle fünf Kelchblätter tatsächlich auf und sind im erwachsenen Zustand vorhanden. Wir kennen ja aber auch eine Reihe von Scrophulariaceengattungen, bei denen entweder regelmäßig oder gelegentlich das hintere mediane Kelchblatt ganz verschwindet, so daß dann nur noch vier Kelchblätter übrig bleiben. Als Musterbeispiel, für die Vorgänge, welche sich bei dieser Reduktion abspielen, kann die Gattung *Veronica* gelten.

Bei *Veronica* ist, wie wohlbekannt, die Reduktion in der Regel soweit gegangen, daß der Kelch nur mehr vierblättrig ist. Jedermann weiß aber auch, daß es eine ganze Anzahl von *Veronica*-Arten mit fünf Kelchblättern gibt.

Zunächst sehen wir regelmäßig ein fünftes Kelchblatt in der Sektion *Leptandra* auftreten, als deren bekannteste Art *V. virginica* nahezu in jedem botanischen Garten kultiviert wird. Für diese Art ist in der Literatur mit wenigen Ausnahmen (BENTHAM, in DE CAND. Prodr.) immer das Auftreten von fünf Kelchblättern angegeben worden. Ich habe aber auch selbst an Material aus sehr verschiedenen botanischen Gärten wie an Herbarmaterialien stets fünf Kelchblätter angetroffen, wofern nicht, wie in einigen Fällen, das hintere Kelchblatt noch häufig gespalten war, so daß dann sechs Kelchblätter sich beobachten ließen. Aehnlich dürfte es sich bei *densiflora, macrostemon* und einigen anderen Arten verhalten (vgl. dazu JUEL, 1891 und LEHMANN, 1914 S. 154).

Viel bekannter aber, als in der Sektion *Leptandra* und bei den zuletzt genannten Arten ist das Auftreten fünfblättriger Kelche bei den Arten der hiernach benannten Sektion *Pentasepala* oder *Teucrium*. Dennoch tritt dort die Pentasepalie durchaus nicht in der Regelmäßigkeit auf, wie in der Sektion *Leptandra*. Man braucht nur die Blütenstände unserer heimischen Arten *Teucrium, prostrata, austriaca* usw. auf die Zahl ihrer fünfblättrigen Kelche zu untersuchen. Man wird mit großer Regelmäßigkeit auch mehr oder weniger zahlreiche tetrasepale Kelche finden. WATZL, welcher die hierhergehörigen

Arten näher untersuchte, hat bei fast allen mehr oder weniger häufig vierblättrige Kelche gefunden. Ja bei manchen Arten, wie *tenuifolia* und *rosea*, fand er nahezu ebenso häufig vier- wie fünfblättrige Kelche. Es läßt sich nun zeigen, daß das Auftreten der Tetrasepalie bei den Arten der Sektion *Pentasepala* rassenweis verschieden ist. Ich kultiviere beispielsweise eine Rasse von *V. prostrata*, welche mehr als 50 % vierblättriger Kelche besitzt und JUEL beschreibt eine Rasse von *V. prostrata*, welche nach seiner Angabe stets nur vierblättrige Kelche aufzuweisen hat.

Wir sehen also in der Sektion *Pentasepala* das phylogenetisch wichtige Merkmal der *Pentasepalie* rassenweis von der Fünfzahl in die Vierzahl umschlagen, oder, um mit dem DE VRIESschen Ausdruck zu sprechen, es treten Zwischenrassen mit zwei antagonistischen, um den Vorrang streitenden Merkmalen, der Pentasepalie und der Tetrasepalie auf.

Es ist nun zunächst nicht zu bezweifeln, daß die Pentasepalie in der Sektion *Pentasepala* die Regel, das Umschlagen nach der Tetrasepalie das an Häufigkeit stark zurückstehende ist. Daß äußert sich ja schon in der Sektionsbezeichnung *Pentasepala*. Bei den meisten anderen *Veronica*-Arten ist es umgekehrt. Die Vierzahl ist die Regel, ein Umschlagen nach der Fünfzahl bildet die Ausnahme, welche allerdings je nach den Arten mehr oder weniger häufig auftritt. Ja, wir kennen dem Typus nach vierzählige *Veronica*-Arten, welche sehr hochprozentige pentasepale Zwischenrassen ausbilden können. Wir sehen also auch bei den typisch Tetrasepalen pentasepale Zwischenrassen wiederum als Zwischenglieder der Entwicklung vorkommen. Gerade mit diesen Zwischenrassen werden wir uns im folgenden noch eingehender zu beschäftigen haben. Als weitere Entwicklungsstufe finden wir dann Arten, bei denen die Fünfzahl im Kelch nur noch ganz ausnahmsweise auftritt; ob es auch *Veronica*-Arten gibt, bei denen die Fähigkeit, fünfzählige Kelche auszubilden, ganz erloschen ist, kann ich nicht sagen.

Soviel aber dürfte aus dem bisher Gesagten schon ohne Zweifel hervorgehen: Es ist kein einziger Schritt von der Fünfzähligkeit zur Vierzähligkeit des Kelches in der *Veronica*-Blüte. Es liegen vielmehr in den Zwischenrassen, sei es nun mit besonderer Häufigkeit der Fünf- oder der Vierzahl, wichtige Zwischenstufen zwischen beiden Extremen vor.

Die Entwicklungsgeschichte der pentasepalen *Veronica*-Blüte.

Wir wenden uns nun zunächst zu kurzer Betrachtnug der Entwickelung der pentasepalen *Veronica*-Blüte. Da in der Literatur mit einer einzigen Ausnahme bei MUTH noch keine Untersuchungen über das Auftreten des hinteren Kelchblattes bei *Veronica* zu finden sind, habe ich Herrn cand. FISCHER in Tübingen veranlaßt, diese Frage im Zusammenhange mit anderen *Veronica* betreffenden Fragen in Angriff zu nehmen. FISCHER konnte zunächst für *V. virginica* feststellen, daß sich das Auftreten des hinteren Kelchblattes durchaus an die Kelchentstehung von *Digitalis* anschließt. Das hintere Kelchblatt wird auch bei *V. virginica* als drittes angelegt, die zwei seitlichen folgen später. Ihnen eilt das mediane Kelchblatt zunächst mehr oder weniger im Wachstum voraus, bis dann später die seitlichen das Mediane einholen und überholen, so daß es schließlich etwas kürzer als die beiden seitlichen ist.

In der Sektion *Leptandra* hat, soweit wir jetzt sehen, die Reduktion des hinteren medianen Kelchblattes ihren geringsten Grad erreicht. In allen übrigen bisher untersuchten Fällen wird es, sofern es überhaupt noch zur Ausbildung gelangt, sehr bald von den zwei seitlichen an Größe überflügelt. In vielen Fällen, so bei *V. Tournefortii*, wird es wohl auch noch als drittes angelegt; sehr bald aber wird es im Wachstum gehemmt und die zwei seitlichen haben es schnell an Größe übertroffen. In manchen Fällen aber geschieht die Anlage der drei hinteren Kelchblätter fast gleichzeitig, in noch anderen tritt das median hintere sogar erst nach den zwei seitlichen auf; im letzteren Falle, beispielsweise bei *V. syriaca*, bleibt es dann zumeist viel kleiner. Hiermit ist die Anlage des Kelches direkt umgekehrt, als bei *Linaria*; aus der absteigenden ist die aufsteigende Anlage geworden. Es bleibt dann als letztes Stadium der Reduktion nur noch das Verschwinden des fünften Kelchblattes übrig, wie es bei vieen Veronicae stattgefunden hat. Dann nehmen die beiden seitlichen Kelchblätter die ganze Rückseite des Blütenprimordiums ein.

Unsere pentasepalen Zwischenrassen aber sehen wir dort auftreten, wo hinteres und seitliche Kelchblätter ungefähr gleichzeitig angelegt werden, bezw. das hintere bald im Wachstum gehemmt wird, oder das hintere gar erst nach den seitlichen angelegt wird. So haben wir es in der Sektion *Teucrium*, so bei *V. Tournefortii* und *syriaca* feststellen können. Hier ist der Schritt zum Verschwinden ein sehr geringer und hier sehen wir denn auch mehr oder weniger häufig durch das Umschlagen von der Pentasepalie in die Tetrasepalie die Zwischenrassen realisiert. Bei *V. virginica*, wo das hintere Kelchblatt als drittes relativ früh auftritt und lange im Wachstum gefördert bleibt, sind von der Pentasepalie zur Tetrasepalie umschlagende Zwischenrassen bisher nicht bekannt geworden, der Schritt von der Fünfblättrigkeit zur Vierblättrigkeit ist offenbar noch zu groß.

Auch ontogenetisch oder entwicklungsmechanisch stellen nach den eben dargelegten Befunden die Zwischenrassen wohl ausgesprochene Reduktionsschritte dar.

Es tritt nun die Aufgabe an uns heran, den Bedingungskomplexen für das Umschlagen von experimenteller Seite näherzutreten. Ehe wir indessen dazu übergehen, wollen wir einen kurzen Blick auf die Reduktionen in der Blumenkrone von *Veronica* werfen, und das Verhalten der Reduktionen in den verschiedenen Blütenkreisen zueinander betrachten. Die Reduktion in *Gynaeceum* und *Andröceum* ist im allgemeinen so fest geworden, das wir nur selten Variationen finden und an dieser Stelle nicht näher darauf einzugehen nötig haben.

Die Reduktionen in der Blumenkrone.

Es ist nicht zu bezweifeln, daß, ganz allgemein gesprochen, die Reduktion in der Blumenkrone in der Gattung *Veronica* weiter fortgeschritten ist, als im Kelch. Wir sehen nur in einigen Ausnahmefällen noch typisch fünfkronblättrige *Veronica*-Arten auftreten, weitaus in der Mehrzahl der Fälle finden wir die Krone vierblättrig. Allerdings birgt auch das hintere, aus der Verwachsung zweier Kronblätter hervorgegangene Kronenblatt, wie neuerdings nicht immer gebührend gewürdigt wurde, noch mancherlei Entwicklungsschritte in sich. Schon DUVAU (1826), später JUEL (1891), ohne allerdings die DUVAUsche Arbeit zu erwähnen, haben darauf hingewiesen, daß zahlreiche *Veronica*-Arten vorkommen, bei denen die Verwachsung der beiden hinteren Kronblätter sich noch durch zwei Nerven im nun einzigen hinteren Kronblatt zu erkennen gibt. In anderen Fällen dagegen tritt im hinteren Kronblatt nur mehr ein Nerv auf, die Verwachsung ist also vollkommen geworden. Nun haben allerdings DUVAU und JUEL immer nur davon gesprochen, daß in der einen Art stets zweinervige hintere Kronblätter, in der anderen stets einnervige auftreten. FISCHER aber hat feststellen können, daß in manchen Rassen auch diese Zweinervigkeit in die Einnervigkeit umschlagen kann, sodaß wir also auch in der Krone offenbar mit Hinblick auf die Zahl der Nerven Zwischenrassen als phylogenetische Zwischenstufen vor uns haben.

Aber auch andere Anzeichen sind bekannt, aus denen hervorgeht, daß die vierblättrige *Veronica*-Krone aus fünfblättrigen Kronen hervorgegangen ist. In den meisten *Veronica*-Arten findet man gelegentlich Verdoppelung des hinteren Kronblattes, so daß die ursprüngliche Fünfzähligkeit wiederhergestellt ist. Ich habe von *V. Tournefortii* eine Rasse in der Hand, bei welcher diese Verdoppelung unter günstigen Umständen 60—80 % beträgt. In zahlreichen anderen

Fällen tritt Verdoppelung des hinteren Kronblatts nur gelegentlich oder in geringen Prozentsätzen auf.

Nun ist allerdings nicht zu vergessen, daß auch andere Kronblätter gelegentlich verdoppelt werden. Besonders häufig kommt das im vorderen Kronblatt zustande. Dazu treten dann noch in sehr verschiedenen Richtungen oftmals mannigfaltige Veränderungen im Bauplan der Blüte, wie ich das besonders für *V. syriaca* gefunden und in vorläufiger Form schon besprochen habe (Ber. 1917, S. 611). Daß alle diese Varianten aber anderer Natur sind, als die Spaltung des hinteren Kronblattes, geht aus Korrelationsuntersuchungen hervor, auf welche wir sogleich einen kurzen Blick werfen wollen.

Vorher möchte ich nur noch hervorheben, daß die Tendenz, den Schwerpunkt der Blütenentwicklung von der Hinterseite des Blütenprimordiums nach der Vorderseite zu verlegen, sich auch in der Anlage der Blumenkrone offenbart. Während bei den meisten Scrophulariaceen alle 5 Kronblätter kurz nach den Kelchblättern ungefähr gleichzeitig zur Anlage kommen, hat schon NOLL (1883) darauf hingewiesen, daß bei *Veronica* das vordere Kronblatt, obgleich in der späteren Entwicklung zumeist am kleinsten bleibend, zuerst angelegt wird. Erst später wird das aus den beiden hinteren hervorgegangene einzige hintere Kronblatt angelegt und überholt dann das Vordere bald im Wachstum.

Das gegenseitige Verhalten der Blütenblattkreise.

Haben wir bisher die Reduktionsvorgänge innerhalb der einzelnen Kreise der *Veronica*-Blüte studiert, so erhebt sich nunmehr die Frage nach den gegenseitigen Beziehungen dieser Reduktionen in den verschiedenen Kreisen.

Es ist zunächst klar, daß zwischen den Reduktionen im Staubblattkreis und denen der äußeren Kreise keine festen Beziehungen bestehen. Wir kennen Scrophulariaceen mit vier Staubblättern und fünf oder vier Blumenblättern oder mit zwei Staubblättern und fünf, vier oder drei Blumenblättern. Blüten mit fünf Staubblättern und vier Blumenblättern sind allerdings nicht bekannt, ein Zeichen, daß immerhin gewisse Beziehungen zwischen den beiden Kreisen bestehen.

Auch zwischen Kelch und Krone sind die korrelativen Beziehungen keine festen; daß aber gewisse Beziehungen vorliegen, steht außer Zweifel. Ich habe hierüber teilweise schon in vorläufiger Form berichtet, möchte nur an dieser Stelle zwei Beispiele einbringen. Zählt man bei Rassen von *V. Tournefortii*, welche sowohl fünfblättrige Kelche als vorn oder hinten verdoppelte Kronen besitzen, wie oft die Verdoppelung des hinteren oder vorderen Kronblattes mit vierbezw. fünfblättrigem Kelche zusammentrifft, so erhält man eine der im folgenden dargestellten Vierfeldertafeln. Aus derselben läßt sich ohne weiteres ablesen, daß hinten verdoppeltes Kronblatt und vierblättriger Kelch nur außerordentlich selten zusammentreffen, während vorn verdoppelte Kronen sich auf vier- und fünfblättrige Kelche verteilen. Es muß der Pflanze also besonders schwer werden, zwei hintere Kronblätter in vierblättrigen Kelchen auszubilden.

Ein anderes Korrelationsschema konnte ich für *Veronica syriaca* aufstellen. Bei dieser Art traten sowohl Blüten mit hinten fünfblättrigem Kelch als solche mit vorn fünfblättrigem Kelch auf; ebenso waren teils die hinteren Kronblätter verdoppelt, teils die vorderen. Das dargestellte Korrelationsschema zeigt die Abhängigkeit der Bildungen untereinander aufs klarste an.

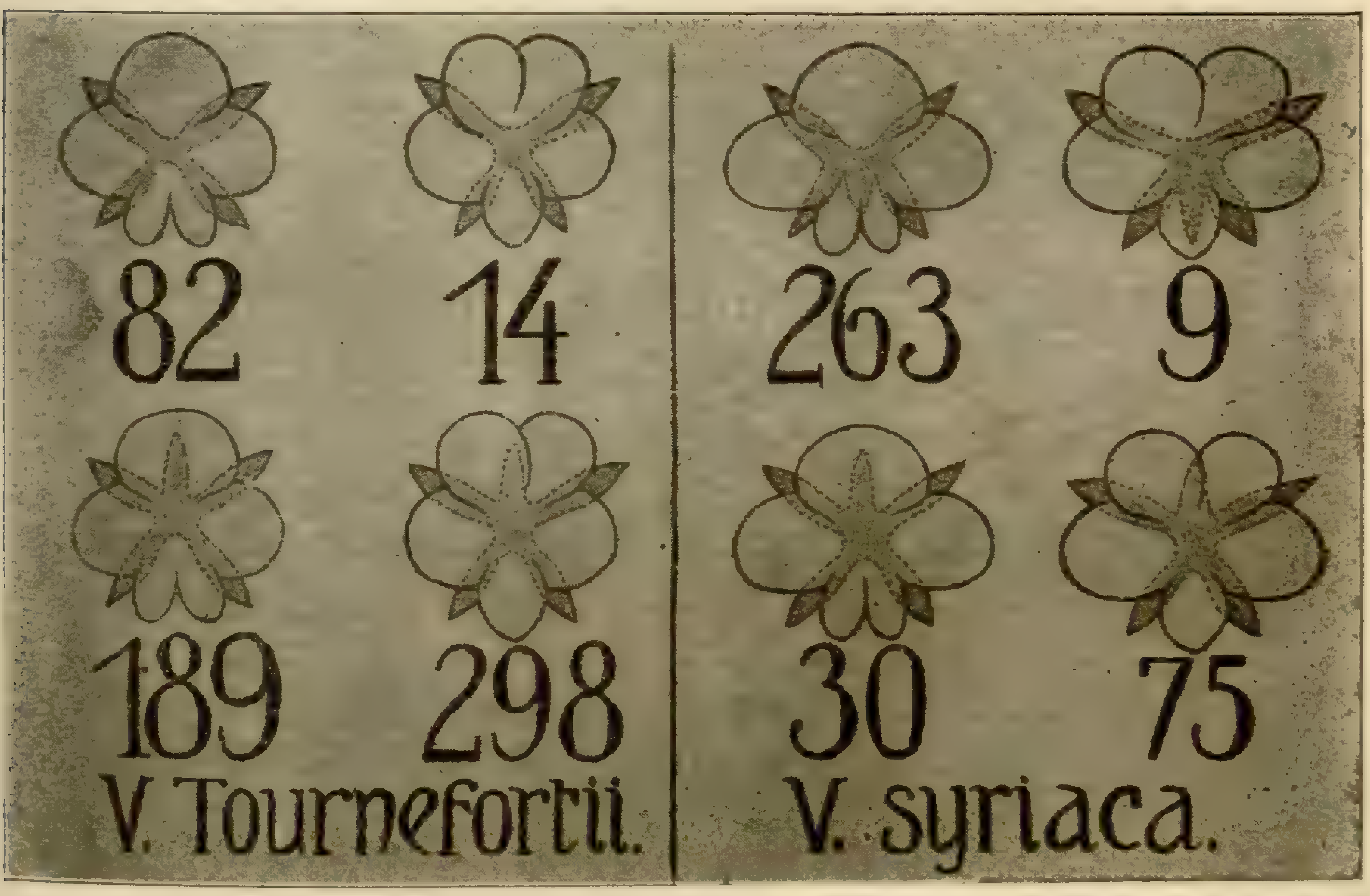


Abb. 2.

Nach beiden Korrelationsschemen ist nicht zu bezweifeln, daß die Verdoppelung des hinteren Kronblattes mit dem Auftreten des normal zu erwartenden hinteren fünften Kelchblattes in enger Beziehung steht und die übrigen Spaltungen anderer Natur sein müssen.

Worauf all diese Beziehungen beruhen, ist aber derzeit noch durchaus unklar. Daß sie nicht rein mechanischer Natur sein können, geht schon daraus hervor, daß wir beispielsweise auch *Veronica*-Arten mit pentasepalen Kelchen und rein vierblättrigen Kronen kennen.

Der Begriff der Zwischenrassen.

Doch lassen wir diese Abhängigkeiten weiterhin bei Seite und beschäftigen wir uns nunmehr mit den experimentellen, mit den Zwischenrassen angestellten Studien. Zu diesem Zwecke wird es zunächst nötig, den Begriff der Zwischenrassen unter etwas allgemeineren Gesichtspunkten kurz zu erörtern.

Wie ich schon hervorhob, wurde die Bezeichnung Zwischenrassen von DE VRIES eingeführt für Rassen mit zwei um den Vorrang streitenden antagonistischen Eigenschaften und mit auffallend starker Variabilität, die durch diesen Streit hervorgerufen werden soll. Die Rassen selbst waren ja schon NAEGELI bekannt, welcher sie als Gewächse mit entfaltungsvagen Anlagen gegenüber den konstanten Rassen mit entfaltungssteten Anlagen bezeichnete. DE VRIES hat allerdings an dem Ausdruck Zwischenrassen und an seiner ursprünglichen Definition nicht lange festgehalten. Schon in seinen Spezies and varieties nennt er sie eversporting varieties, was bekanntlich von KLEBAHN in beständig umschlagende Sippen verdeutscht wurde. Unter diesen Sippen versteht DE VRIES nunmehr solche Formen, die sich regelmäßig durch Samen fortpflanzen lassen und von reiner, nicht hybrider Abkunft sind, aber nahezu in jeder Generation durch Sportbildung umschlagen. Von Bedeutung ist an dieser Definition, daß es sich um reine, nicht hybride Pflanzen handeln soll. Der Grad des Umschlagens soll durch die äußeren Bedingungen und durch Selektionswirkung in hohem Maße zu beeinflussen sein, doch hat DE VRIES diese beiden Faktoren nicht immer scharf getrennt.

Noch in seinen Arten und Varietäten faßte DE VRIES eine große Menge sehr verschiedener Rassen unter diesen beständig umschlagenden Sippen zusammen. Rassen mit gefüllten Blüten, solche mit gestreiften Blüten, den fünfblättrigen Klee, die Pistillodie beim Mohn, Zwangsdrehung bei *Dipsacus*, Tricotylie und Syncotylie, früher auch die gelbbunten Pflanzen wurden hierher gerechnet. Auch unsere *Veronica*-Zwischenrassen stellte DE VRIES dahin. Es hat sich nun seitdem allerdings gezeigt, daß eine ganze Reihe der ursprünglich hierhergezählten Rassen nicht Zwischenrassen im Sinne der DE VRIESschen Definition sind. So wissen wir heute, daß das Umschlagen der gelbbunten Rassen, der gefüllten Blüten usw. auf Bastardierungsfolgen zurückzuführen ist, daß diese Formen also gerade nicht reine Rassen nicht hybrider Abkunft sind. Bei einer ganzen Reihe anderer Zwischenrassen blieb das Wesen des Umschlagens derzeit aber noch ungeklärt. Für das Umschlagen innerhalb dieser Rassen hat BAUR einen Erklärungsversuch erbracht, welcher das Umschlagen als Spezialfall des Modifiziertwerdens auffaßt. Noch innerhalb der normalen Lebensbedingungen einer solchen Zwischenrasse sollen Bedingungskonstellationen auftreten, unter denen gewisse Eigenschaften plötzlich in andere umschlagen. Liegt der Umschlagepunkt bei einer Bedingungskonstellation, die nur selten vorkommt, so tritt das eine Merkmal in der Hauptmasse, das andere in Ausnahmefällen auf usw. Jedenfalls sollen die äußeren Bedingungen das Ausschlaggebende sein. In bezug auf die Erblichkeitsverhältnisse besteht auch nach BAUR zwischen den konstanten Rassen und den Zwischenrassen kein Unterscheid. Ihre scheinbare Inkonstanz rührt nur daher, daß bei ihnen ein deutlicher Umschlagepunkt für eine auffällige äußere Eigenschaft noch innerhalb der normalen Bedingungen liegt.

Wir wollen nun unter experimentellen Gesichtspunkten an unsere *Veronica*-Zwischenrassen herantreten und den Bedingungen, unter welchen das Umschlagen auftritt, näher zu kommen versuchen.

Eigene experimentelle Untersuchungen.

Meine experimentellen Untersuchungen an *Veronica*-Zwischenrassen wurden bei weitem zum größten Teil an *Veronica Tournefortii* angestellt, welche ein vorzügliches Objekt für solche Untersuchungen darstellt.

Wenn man *V. Tournefortii* im Freien untersucht, so findet man neben Formen mit regelmäßig vierblättrigen Kelchen sehr häufig solche, bei denen in wechselnden, 50 % manchmal übersteigenden Prozentsätzen fünfblättrige Kelche auftreten. Nimmt man solche Pflanzen dann in Kultur, so kann man in der folgenden Generation von den einzelnen Pflanzen sehr verschiedene und oft durchaus unerwartete Ergebnisse erzielen. Pflanzen mit beinahe fehlender Pentasepalie können hochprozentige Nachkommen aufweisen und umgekehrt, in der Mitte stehende oder extreme Rassen können in anderen Fällen ihrem Pentasepalieprozent annähernd treu bleiben. Wir haben also den Typus umschlagender Sippen vor uns.

Verändert man die äußeren Bedingungen, so sind die damit zu erzielenden Erfolge nur dürftige. Zweifellos können kleinere Differenzen im Pentasepaliegehalt, noch mehr bei im Blumenblattkreis umschlagenden Sippen in der Zahl der Blumenblätter, erzielt werden. Neuere, von FISCHER in diesem Jahre an durch Generationen rein erzogenen Rassen aufgenommene Untersuchungen bestätigen und erweitern meine früheren Befunde in dieser Richtung. Die äußeren Bedingungen haben danach wohl in beschränktem Maße Einfluß auf den Grad des Umschlagens, sind aber durchaus nicht etwa in der Lage die zwischen den Extremen klaffende Lücke zu überbrücken. Nach unseren entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen können wir annehmen, daß die Kelche, welche gerade an der Grenze der vollkommenen Reduktion des hinteren Kelchblattes stehen, durch äußere Bedingungen zur Ausbildung oder Unterdrückung desselben veranlaßt werden können. Der BAURsche Erklärungsversuch ließe sich also vielleicht für eine Entwicklungsstufe der umschlagenden Sippen mit heranziehen, die Grundursache des Umschlagens und die ganze Breite des Geschehens wird in dieser Weise nicht erklärbar.

Es lag nun hiernach nahe, die genotypischen Grundlagen unserer pentasepalen *Veronica*-Rassen näher zu untersuchen. Zu diesem Zwecke habe ich seit Jahren Kreuzungsversuche zwischen verschiedenen Rassen angestellt.

Kreuzungsversuche.

Ich hatte früher zwei verschiedene Unterarten von *V. Tournefortii* festgestellt, welche sich einmal durch die Blütenform, Größe und Farbe sehr auffällig unterschieden, zum anderen auch durch vegetative Charaktere voneinander abwichen. Heute, wo ich diese Formen schon durch viele Jahre kultiviere, kenne ich noch eine weit größere Zahl trennender Merkmale, als früher. Die beiden Unterarten, von denen ich die eine als *Aschersoniana*, die andere als *Correnſiana* bezeichnete, wurden dadurch für mich wichtig, daß sie sich auch bezüglich ihrer Zwischenrassencharaktere verschieden verhielten, d. h. also einen verschiedenen Gehalt an pentasepalen Kelchen, wie auch an Kronabweichungen aufzuweisen hatten.

Tabelle 1.

Gehalt an pentasepalen Kelchen der Unterarten von *V. Tournefortii.*

Corrensiana			*Tubingensis*			*Aschersoniana*		
Generation	**Versuchsnummer**	**Prozentgehalt an Pentasepalen**	**Generation**	**Versuchsnummer**	**Prozentgehalt an Pentasepalen**	**Generation**	**Versuchsnummer**	**Prozentgehalt an Pentasepalen**
P_1	1907	0,1	F_3	1414	95	P_1	1911	?
F_1	1908	0.2	F_4	1713	97	F_1	1403	33
F_2	1910	0	F_5	1735	94	F_2	1711	8
F_3	1111	0,1		1806	96		1712	10
F_4	1282	1,6		1828	94		1717	2
F_5	1305	1,9		1824	95	F_3	1732	1,5
F_6	1402	0,9		1830	94		1802	17
F_7	1721	0,6		1831	98		1842	10
F_8	1801	0,1		1843	97		1880	7
F_9	1841	0,5		1869	94	F_4	1886	1
			F_6	1887	93			

V. Correnſiana zeigte ſich ſtets entweder durchaus rein von Pentaſepalie oder führte doch weniger als 2 % pentaſepaler Kelche. Auch durch Düngung und ſorgfältigſte Kultur durch nahezu 10 Jahre war eine Erhöhung des Pentaſepaliegehaltes nicht zu erreichen. Tabelle 1 gibt in der erſten Abteilung den Pentaſepaliegehalt dieſer Unterart durch 9 Jahre.

In *V. Aſcherſoniana* fand ich den Pentaſepaliegehalt zu ſehr verſchiedenen Prozentſätzen. Zu meinen erſten Kreuzungen verwandte ich eine Raſſe mit ungefähr 70 % pentaſepaler Kelche, während ich zu den Kreuzungen der letzten Jahre eine an Pentaſepalen ſehr arme Raſſe benützte. (Vergl. Tabelle 1.)

Über die erſten Kreuzungen zwiſchen meiner 4 blättrigen *Correnſiana* und der zu etwa 70 % pentaſepalen *Aſcherſoniana* berichtete ich ſchon früher zum Teil (vgl. 191., S. ...). Ich teilte damals mit, daß in F_1 die Pentaſepalie vollkommen dominierte, und daß ich in F_2 eine ſehr weitgehende Spaltung erhielt. Ich konnte 1914 erſt über eine ſolche F_2 berichten. Im Laufe des Sommers 1914 hatte ich aber noch eine zweite, ganz entſprechende F_2 erzogen, welche zu völlig übereinſtimmenden Ergebniſſen führte. Ich laſſe die Zahlen für beide F_2 getrennt und vereint in Tabelle 2 folgen:

Tabelle 2.

Dekade des Pentaſepalie %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1338	3	5	3	5	13	13	17	25	45	70
1414	2	8	4	4	10	21	39	46	85	107
1338 + 1414	5	13	7	9	23	34	56	71	130	177

Aus der vorſtehenden Tabelle ergibt ſich, wie ebenfalls früher ſchon ausgeführt wurde, zunächſt, daß in der F_2 neben einzelnen tetraſepalen Pflanzen, Individuen allen möglichen intermediären Prozentgehaltes an fünfblättrigen Kelchen, vor allem aber ſehr zahlreiche Pflanzen mit erheblich höherem Prozentgehalt, als ich ihn jemals vorher beobachtet hatte, auftraten, Prozentgehalten, welche ſich 100 % näherten[1]).

Die Tabelle lehrt weiterhin, daß es ſich in dieſen F_2-Generationen nicht um reine MENDELſche Spaltung handeln kann, wie DE VRIES für die Folgen von monohybriden Kreuzungen zwischen Zwischenrassen und konstanten Rassen annahm. Es traten ja viel zu wenig tetrasepale Pflanzen auf. Unsere beiden F_2-Generationen enthalten 525 Pflanzen mit 25 000 gezählten Kelchen. Das Material ist also recht groß, es müßten zweifellos bei reiner MENDEL-Spaltung über 100 tetrasepale Pflanzen aufgetreten sein, gezählt wurden nur fünf zwischen 0 und 10 % pentasepale Kelche enthaltende.

---

[1]) Alle hier und im folgenden angeführten Zahlenwerte wurden unter Berückſichtigung der periodiſchen Verteilung der Varianten über das Individuum, wie das früher eingehend mitgeteilt wurde, gewonnen. (Vgl. 1914).

Es lag nahe, dieses Verhalten auf Polymerie der Gene für Pentasepalie zurückzuführen, doch genügten die bisher gewonnenen Zahlenwerte dafür noch nicht. Wir werden später noch wieder darauf zurückkommen.

Für unser Problem der Frage nach dem Wesen der Zwischenrassen sind die Kreuzungsfolgen aber von noch anderer Bedeutung. Wir fanden 1914 *Corrensiana* fast nicht spaltend, eine typische arme Rasse mit einer Streuung von 1,01 *Aschersoniana* zu 70%, ebenfalls recht konstant, die Streuung betrug 4,65; nach Kreuzung beider Rassen aber trat eine F_2 auf mit gewaltiger Aufspaltung und einer Streuung von 23,09. Hiernach können wir wohl schon mit Sicherheit sagen, daß Bastardierungsfolgen die Erhöhung der Variabilität und damit das erhöhte Umschlagen in den Zwischenrassen von *Veronica* hervorrufen. Während innerhalb der reinen Rasse eine Überführung von der armen in die reiche Rasse nicht möglich war, ließ sich durch Kreuzung einer armen mit einer reichen Rasse der Gehalt abweichender Varianten in ganz außerordentlicher Weise steigern.

Immerhin wurde aber zu den bisherigen Versuchen von der einen Seite noch eine in ziemlichem Umfange umschlagende Sippe verwandt. Es wäre natürlich viel überzeugender, wenn eine möglichst konstante tetrasepale mit einer möglichst konstanten pentasepalen Rasse gekreuzt würde, und dann das Auftreten umschlagender Sippen beobachtet werden könnte. Ich habe solche Kreuzungen in den letzten Jahren angestellt, nachdem ich aus den oben beschriebenen F_2-Generationen das geeignete Ausgangsmaterial erzogen hatte und werde gleich auf die Ergebnisse zu sprechen kommen.

Mit der Aufspaltung der Pentasepalieprozente in der beschriebenen F_2 kam es daselbst, wie von mir ebenfalls schon mitgeteilt wurde, auch zu einer recht weitgehenden Aufspaltung der Blumenkronenfarben. Von diesen dort auftretenden Varianten hatte ich nun schon vor dem Kriege eine Reihe von F_3- und F_4-Generationen erzogen. Ich komme auf die dabei gewonnenen Ergebnisse hier nicht zurück. Sie wurden aber für unsere weiteren Untersuchungen vor allem dadurch wichtig, daß ich in ihnen eine Form gewann, welche wesentlich zur Klärung der ganzen Vererbungsverhältnisse in unseren pentasepalen Zwischenrassen beigetragen hat. Ich habe diese Form *V. tubingensis* genannt.

Diese *V. tubingensis* hat zunächst etwas kleinere Blüten als *Correnslana*, die Färbung ist dunkelblau, auf dem unteren Kronblatt verwaschen und dadurch unverkennbar von *Correnslana* wie *Aschersoniana* verschieden. Im vegetativen Verhalten schließt sie sich besonders nahe an *Aschersoniana* an. Eine eingehende Beschreibung wird später gegeben werden. In dieser *tubingensis* fand ich nun die Pentasepalie zu nahezu 100 % ausgebildet. Ich habe die Form daraufhin in zahlreichen Nachkommenschaften studiert, Tausende von Kelchen an einer großen Anzahl von Individuen gezählt und die Rasse stets mit 92—98 % pentasepalen Kelchen angetroffen. In Tabelle 1 findet man eine Übersicht über die aufgefundenen Prozentgehalte. Auch durch besonders ungünstige Ernährung war der Pentasepaliegehalt nicht merkenswert zu verringern. Wir sehen also umgekehrt wie bei *Correnslana* nur ein ganz schwaches Umschlagen von der Pentasepalie zur Tetrasepalie auftreten.

Ich habe die *tubingensis* nun zu einer Reihe von Kreuzungen benützt. Vor allem kreuzte ich sie einmal mit der fast rein vierblättrigen *Correnslana*, zum anderen mit der ebenfalls weitgehend tetrasepalen *Aschersoniana*. Die Ergebnisse, welche ich erzielte, waren sehr auffallend. Ich werde sie zunächst in der folgenden Tabelle zusammenstellen.

Tabelle 3.

P_1 *tubingensis* (1713) 97 % pentasepal × *Aschersoniana* (1717) 2 % pentasepal,
F_1 . . . . 1700 4 % pentasepal
1736 3 % ,,
1805 18 % ,,
1868 23 % ,,

P_1 *tubingensis* (1735) 94 % pentasepal × *Aschersoniana* (1732) 1,5 % pentasepal,
F_1 . . . . 1883, 1884 } 1 % pentasepal

P_1 *tubingensis* (1713) 97 % pentasepal × *Correnslana* (1721) 1 % pentasepal,
F_1 . . . . 1808 93 % pentasepal

P_1 *tubingensis* (1806) 96 % pentasepal × *Aschersoniana* (1802) 17 % pentasepal,

F_1 . . . . 18107 3% pentasepal
18109 0% „
1737 98% „
1807 71% „

P_1 *Correnstiana* (1721) 1% pentasepal × *tubingensis* (1713) 97% pentasepal
1809 88% pentasepal
1731 92% „

Aus der Tabelle geht das Folgende hervor: Wenn ich die tetrasepale *Correnstiana* mit der pentasepalen *tubingensis* kreuzte, erhielt ich F 1-Generationen, welche zwischen 71 und 98% Pentasepalie aufwiesen. Die Pentasepalie dominierte also vollkommen oder doch sehr weitgehend über die Tetrasepalie. Wenn ich aber die tetrasepale *Aschersoniana* mit der pentasepalen *tubingensis* kreuzte, erhielt ich zwischen 3 und 23% Pentasepale enthaltende F_1-Generationen, hier dominierte also umgekehrt die Tetrasepalie. Das zunächst sehr merkwürdig anmutende Ergebnis war also erzielt, daß das äußerlich durchaus einheitlich erscheinende Merkmal der Pentasepalie gegenüber der Tetrasepalie einmal dominant, das andere Mal rezessiv sich zeigte.

Ehe ich der Bedeutung dieses Befundes für die Erklärung unserer Zwischenrassen nähere Aufmerksamkeit zuwende, wollen wir die F_2 aus diesen Kreuzungen, soweit sie bisher studiert sind, verfolgen.

F_2-Generationen:

Pentasepalie %	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10. Dekade
tubing. × *Correns.* 18100				2	1	3	2	4	8	23 Pflanzen
tubing. × *Aschers.* 1885	52	3	1							
tubing. × *Aschers.* 18110	34	2	1	2						

Die Tabelle ergibt, daß *Correnstiana* × *tubingensis* eine F_2 ergibt, deren Pflanzen in der Mehrzahl wieder fünfblättrige Kelche tragen. Dazu aber traten schon in ziemlich erheblicher Anzahl auch Pflanzen mit recht hohem Gehalt an tetrasepalen Kelchen auf. Wir sehen aus der Tabelle, daß schon Pflanzen mit nur 30—40% pentasepaler Kelche vorkommen, wenn auch rein tetrasepale noch nicht herausgespalten sind. Unsere F_2 war wohl noch zu klein, um das Auftreten solcher Individuen zu ermöglichen. Sie lehrt aber auch jetzt schon zweifellos, daß das Umschlagen durch die Bastardierung ausgelöst wird. Als Eltern waren auf der einen Seite konstant vierblättrige *Correnslana*, auf der anderen Seite fast rein fünfblättrige *tubingensis* gewählt worden. Es waren also als Eltern durch Generationen hindurch vier- bezw. fünfblättrige Formen benutzt worden; in F_2 aber trat infolge der Kreuzung ein ganz erhebliches Abspalten hochprozentig tetrasepaler Formen auf. Wir haben also weitgehend umschlagende Sippen durch Kreuzung einer fast reinen pentasepalen mit einer fast reinen tetrasepalen Rasse erzielt.

In F_2 der Kreuzung *Aschersoniana tetrasepal* × *tubingensis* ist bisher noch keine bemerkenswerte Aufspaltung erfolgt. Die Tetrasepalie zeigte sich viel konstanter, obgleich auch einige Individuen mit wieder etwas gesteigertem Pentasepaliegehalt zu bemerken waren. Hierbei ist allerdings noch nicht geprüft, ob es sich um erbliche oder rein phaenotypische Varianten handelt. Worauf dieses bisher mangelnde Aufspalten in F_2 beruht, ist mir noch unbekannt. Wir könnten einmal eine zu wenig umfangreiche F_2 annehmen, andererseits aber könnten wir auch an völlige Unterdrückung der Pentasepalie nach Kreuzung denken, ähnlich wie BATESON und PELLEW (1916) und BIFFEN (1916) es in anderen Fällen fanden. Noch umfangreichere Untersuchungen werden darüber Aufklärung verschaffen.

Lassen wir diese Frage aber vorläufig unberücksichtigt, so bleibt für die Erklärung des Umschlagens in unseren pentasepalen Zwischenrassen zweifellos das verschiedene Verhalten der Dominanz des äußerlich völlig gleichartigen Merkmals der Pentasepalie von besonderer Bedeutung.

Stellen wir uns zunächst einmal vor, wir holten aus dem Freien eine *tubingensis*, deren einzelne Blüten teils mit *Aschersoniana tetrasepal.* teils mit *Correnslana* bestäubt, teils selbst bestäubt worden waren. Der Erfolg wird sein, daß die Nachkommenschaft der einen Pflanze in der F_1 teils fünfblättrig, teils vierblättrig ist. In F_2 werden sich die fünfblättrigen verschieden verhalten, sie werden zum Teil konstant bleiben (*tubingensis* × *tubingensis*), zum Teil umschlagen nach der Tetrasepalie (*tubingensis* × *Correnslana*). Wollten wir weiter annehmen, wir hätten aus der freien Natur eine umschlagende Pflanze der F 2 aus der Kreuzung *tubingensis* × *Correnslana* entnommen, und diese sei durch Kreuzbestäubung mit *Aschersoniana tetrasepal* und *Correnslana*-Pollen belegt gewesen, so werden wir, auch wenn wir von Polymerie der Gene vorläufig absehen, zweifellos eine phaenotypisch wie genotypisch sehr mannigfaltige F_1 erzielen, welche sich bei weiterer Kultur dann wieder äußerst verschiedenartig verhalten wird und noch mehrfach umschlagen kann. Da wir aber äußerlich nicht in der Lage sind zu erkennen, ob die Tetra- bezw. Pentasepalie in einem bestimmten vorliegenden Individuum rezessiv oder dominant ist, so wird auch die Selektion recht sehr erschwert und manchmal zu sehr unerwarteten Resultaten führen, also den Eindruck des Umschlagens verstärken.

Ziehen wir nun aber weiter die breite Aufspaltung in F_2 in Betracht, so ist nicht zu bezweifeln, daß wir es, wie schon oben auseinandergesetzt wurde, mit monohybrider Spaltung nicht zu tun haben können. Wir werden, wenn wir uns auf den Boden der MENDELschen Regel stellen wollen, mehrere Gene für die Pentasepalie oder Hemmungsgene, welche sie unterdrücken, annehmen müssen. Unsere entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen bieten uns dazu auch entwicklungsmechanische Anhaltspunkte. Nehmen wir aber auch nur drei solcher Hemmungsgene an, von denen die einen dominierend, die anderen rezessiv sind, so kommen wir zu einem Umschlagen mannigfachster Art, und eine Selektion wird zumeist nur nach sehr großen Umwegen zu reinen Formen führen.

Daß aber in der freien Natur dies Umschlagen bei unserer Art so häufig ist, läßt sich wohl darauf zuürckführen, daß die verschiedenen Rassen sehr häufig durcheinander wachsen. Kreuzbestäubung mit großer Fruchtbarkeit ist die Regel, so daß all die Folgen immer zu erwarten sind, von denen hier gesprochen wurde. Zudem aber sind wir durchaus nicht etwa gezwungen, die verschiedenen Formen der Dominanz, welche wir kennen lernten, immer nur mit den hier benutzten Unterarten in Verbindung zu bringen. Ich habe schon 1914 darauf hingewiesen, daß aus einer Kreuzung von *Correnslana* × *Aschersoniana* sehr verschiedene Formen herausspalten, mit denen die Pentasepalie in irgendeiner Form in Verbindung tritt. Hierdurch werden natürlich die Spaltungs- und Umschlagmöglichkeiten der Pentasepalie noch erhöht werden. Daß auch die äußeren Bedingungen, wenn auch nur in sehr untergeordnetem Maße, mit hineinspielen, das habe ich ja weiter oben ausgeführt.

Das Umschlagen kann aber dann bei anderen Arten noch weiter kompliziert werden. *V. syriaca* bringt ebenfalls in Kelch und Krone umschlagende Sippen hervor (LEHMANN, 1917). Diese Pflanze ist aber selbst steril. Ich habe diese Selbststerilität näher studiert. Eine eingehende Abhandlung darüber erscheint in der Zeitschrift f. ind. Abstgs.- und Vererbungslehre. Durch diese Selbststerilität wird naturgemäß das Umschlagen noch in erheblichem Maße kompliziert, da immer zwei verschiedene Individuen zusammentreten müssen, deren erbliche Zwischenrasseneigentümlichkeiten nicht äußerlich zu erkennen sind. So wird hier das Umschlagen auch bei sorgfältiger Selektion noch länger bestehen bleiben. DE VRIES hat beständig umschlagende Sippen auch häufig bei selbststerilen Arten (Tetraphyllie und Tricotylie beim Klee) untersucht. Es wäre daran zu denken, ob da wohl ähnliche Komplikationen wie bei *Veronica* mitspielen.

Phylogenetische Schlußfolgerungen.

Nachdem so über unsere, mit den Vererbungsverhältnissen der pentasepalen Zwischenrassen gemachten Erfahrungen kurz berichtet wurde, wollen wir diese Erfahrungen noch mit unseren phylogenetischen Betrachtungen innerhalb der Familie der Scrophulariaceen in Verbindung bringen. Es führt uns das ungefähr zu den folgenden Schlüssen.

In der Familie der Scrophulariaceen kommt es bei zahlreichen Vertretern zu einer Hemmung des Wachstums an der Rückseite des Blütenprimordiums, welcher eine Förderung des Wachstums an der Vorderseite entspricht. Mit der Hemmung geht in manchen Fällen eine Reduktion des hinteren medianen Kelchblattes Hand in Hand. Die Gattung *Veronica* tritt in die Scrophulariaceenfamilie ein, an einer Stelle, wo das hintere Kelchblatt aus dem Bauplan derselben schon völlig zu verschwinden beginnt. Bei einigen Arten ist die Reduktion noch nicht weit fortgeschritten. Das hintere mediane Kelchblatt entsteht als drittes und geht den übrigen Kelchblättern im Wachstum noch erheblich voraus. Hier finden wir kein Umschlagen von der Pentasepalie in die Tetrasepalie. Zwischenrassen treten nicht auf, der Schritt von der Pentasepalie zur Tetrasepalie ist zu groß. Bei anderen Arten finden wir das hintere Kelchblatt ungefähr zu gleicher Zeit mit den seitlichen entstehen, der Schritt bis zu vollkommener Reduktion ist nur ein geringer, hier treten uns zunächst vereinzelte tetrasepale Kelche neben pentasepalen Kelchen entgegen. Genotypisch festgelegt ist dieser Schritt bei *V. tubingensis,* bei manchen *Teucrium*-Formen usw. Ein anderes Extrem wird gebildet von solchen Formen, bei denen die Pentasepalie nur noch gelegentlich in Ausnahmefällen auftritt, zu wenigen Prozentsätzen, wie bei *Corrensiana,* einer *Aschersoniana* und *Teucrium*-Rasse. Beide Extreme phylogenetischer Entwicklung lassen sich durch Kreuzungen verbinden. In der F_2 dieser Kreuzungen treten Zwischenformen, eben unsere Zwischenrassen auf, deren Bildung infolge Kreuzung damit erwiesen ist. Die Kreuzungsverhältnisse werden kompliziert durch Wechsel der Dominanz der Pentasepalie gegenüber der Tetrasepalie in verschiedenen Rassen. Worauf diese verschiedenen Formen der

Dominanz eines äußerlich einheitlichen Merkmales zurückzuführen sind, bleibt vorläufig zweifelhaft. Vielleicht spielen verschiedene Hemmungsgene dabei eine Rolle.

Späterer Erörterung sollen auch die Folgerungen vorbehalten sein, welche die Feststellung der Tatsache nach sich zieht, daß Bastardierung am Zustandekommen von Zwischengliedern systematisch so wichtiger Entwicklungsreihen, wie der Scrophulariaceenreduktionsreihe, einen offenbaren Anteil hat.

Tübingen.

Literatur.

BENTHAM, Scrophulariaceen in DE CANDOLLES Prodromus.

DUVAU, Considérations générales sur le genre *Veronica* et sur quelques genres des familles ou sections voisines. Ann. sc. nat. 1826, S. 163.

JUEL, O., Studier öfver *Veronica* Blomman. Acta horti Bergiani 1891, 1, Nr. 5.

LEHMANN, Über Zwischenrassen in der *Veronica*-Gruppe *agrestis*. Zeitschr. f. ind. Abstgs.- u. Vererbgsl. 1909, 2, S. 145.

— Über Bastardierungsuntersuchungen in der *Veronica*-Gruppe *agrestis*. Ibid. 1914, **13**, S. 88.

— Vererbungsversuche mit *Veronica syriaca* Roem. et Schultes. Ber. d. d bot. Ges. **35**, 1917, S. 611.

MUTH, Zur Entwickelungsgeschichte der Scrophulariaceenblüte. Fünfstücks Beitr. z. wiss. Bot. **3**, 1899, S. 248.

NAEGELI, Mechanisch - physiologische Theorie der Abstammungslehre 1884.

NOLL, Entwickelungsgeschichte der *Veronica*-Blüte. Diss. Marburg 1883.

SCHUMANN, Neue Untersuchungen über den Blütenanschluß. 1890.

VÖCHTING, Über Blütenanomalieen. Statistische, morphologische und experimentelle Untersuchungen. Jahrb. f. wiss. Bot. **25**, 1893, S. 149.

DE VRIES, Die Mutationstheorie. 1901 und 1903.

DE VRIES-KLEBAHN, Arten und Varietäten. 1906.

WATZL, *V. prostrata* L., *Teucrium* L. und *austriaca* L. Abh. d. k k. zool. bot. Ges. Wien 1910, Bd. **5**, H. 5.

3. H. Klebahn: Aus der Biologie der Askomyzeten[1]).

(Mit 17 Abb. im Text.)

Seinerzeit hat ZOPF Beobachtungen mitgeteilt über die Sporenentleerung bei *Sordaria*, die man an den durchsichtigen Fruchtkörpern unmittelbar unter dem Mikroskop beobachten kann. Er schildert, wie ein Sporenschlauch nach dem andern sich verlängert, mit seinem oberen Ende in die Mündung eindringt, die Sporen ausschleudert und sich dann zurückzieht. Undurchsichtige Perithezien sind zu derartigen Beobachtungen nicht geeignet, und man kann nur aus den in Mikrotomschnitten gefundenen Zuständen Schlüsse auf den Vorgang ziehen. Danach sind die Verhältnisse in manchen Fällen ähnlich. Bei *Mycosphaerella punctiformis* sah ich einen einzigen Schlauch aus der Masse der übrigen heraus bis in die Mündung hinein vorgestreckt und offenbar in dem Augenblicke fixiert, wo die Entleerung vor sich gehen sollte, während zurückgezogene Reste der entleerten zwischen den übrigen nachzuweisen waren (Abb. 1). In den Fällen aber, wo, wie bei *Gnomonia*, die Schläuche sich von ihrer Ursprungsstelle loslösen (Abb. 2),

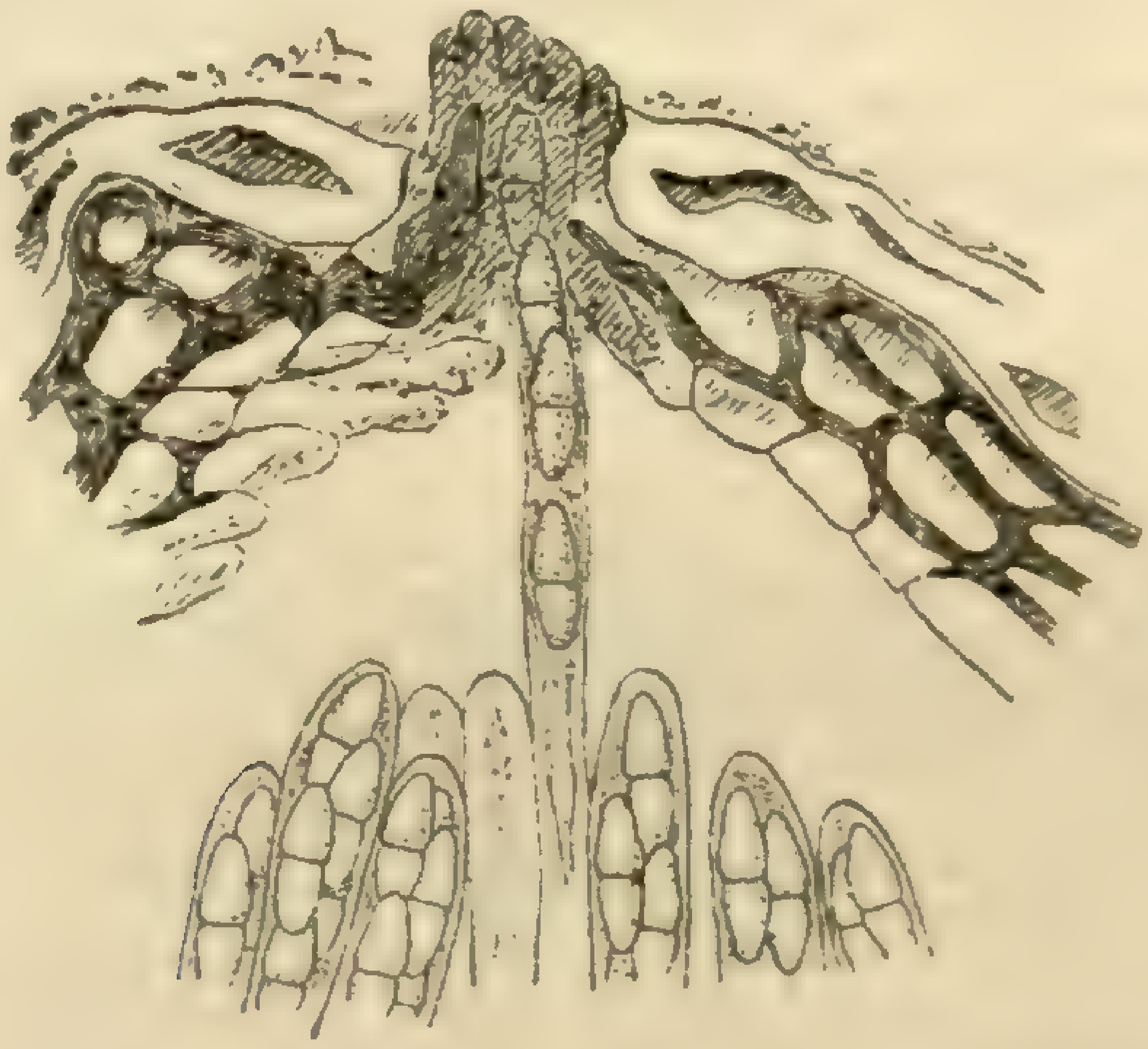


Abb. 1. *Mycosphaerella (Ramularisphaerella) punctiformis.* Oberer Teil eines Peritheziums im Augenblick des Streckens eines Schlauchs und Ausschleuderns der Sporen fixiert. 1020/1.

---

[1]) Der Vortrag bringt einige der Hauptgesichtspunkte aus dem inzwischen im Verlage von Gebr. Borntraeger erschienenen Buche „Haupt- und Nebenfruchtformen der Askomyzeten". Erster Teil. Die Abbildungen sind dem Buche entnommen.

muß auch die Entleerung eine andere sein. Schon der lange Schnabel der meisten Arten dieser Gattung bedingt ein anderes Verhalten. Tatsächlich werden auch hier die Sporen ausgeschleudert, wenn die durchfeuchteten Perithezien an trockene Luft kommen; bleiben sie aber in feuchter Luft eingeschlossen, so sammeln sich sporenhaltige Tröpfchen an der Spitze der Schnäbel an. Mikrotomschnitte zeigen, daß die ganzen Schläuche in die Schnäbel eindringen und darin weiter befördert werden (Abb. 2, 3 u. 6). Welche Kräfte dabei tätig sind, kann man wohl nur erraten. Sicher spielen die Periphysen, welche den Mündungskanal auskleiden, eine Rolle mit.

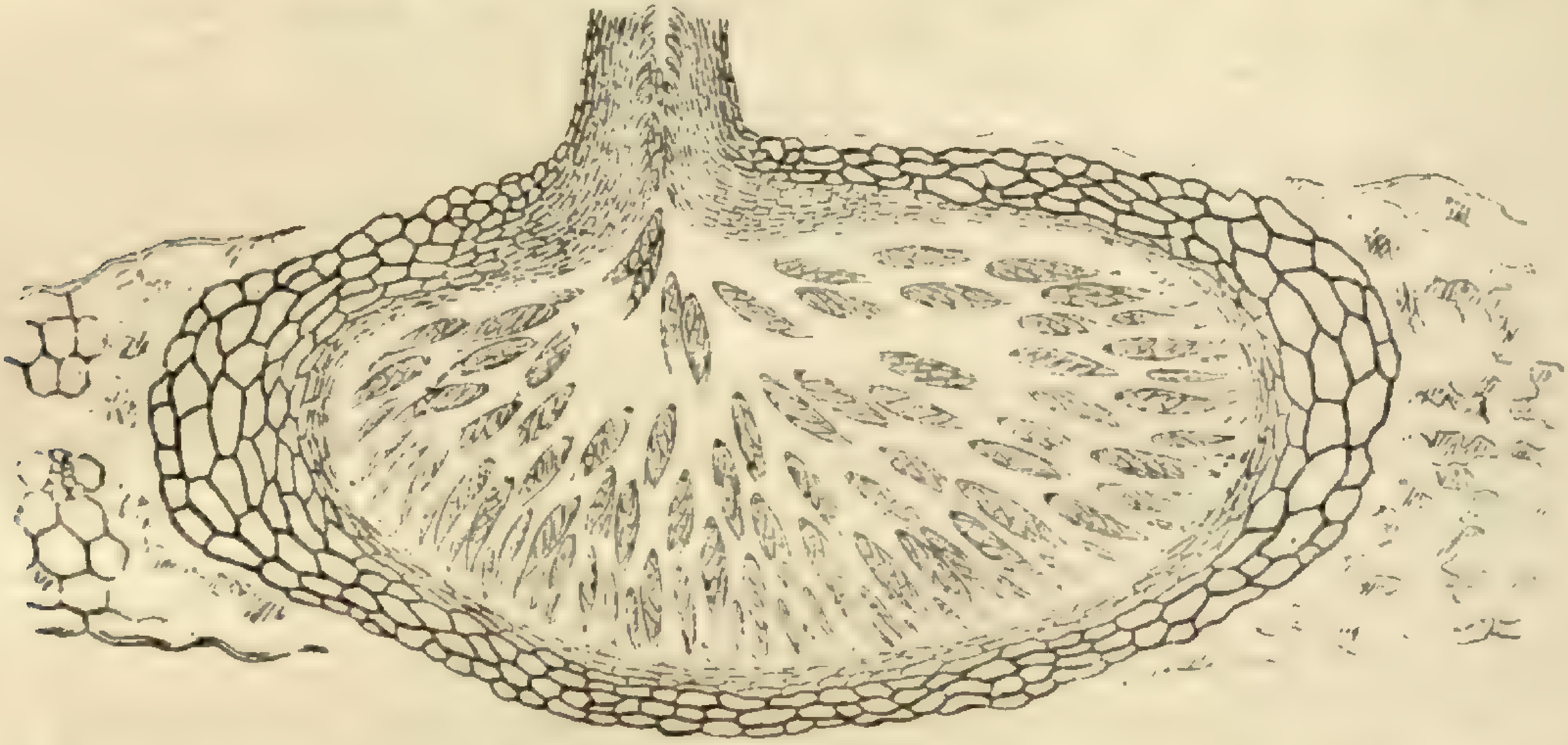


Abb. 2. *Gnomonia campylostyla.* **Längsschnitt durch ein Perithezium. Schnabel nur zum kleinen Teil dargestellt.** Sporenschläuche in diesen eindringend. 159/1.

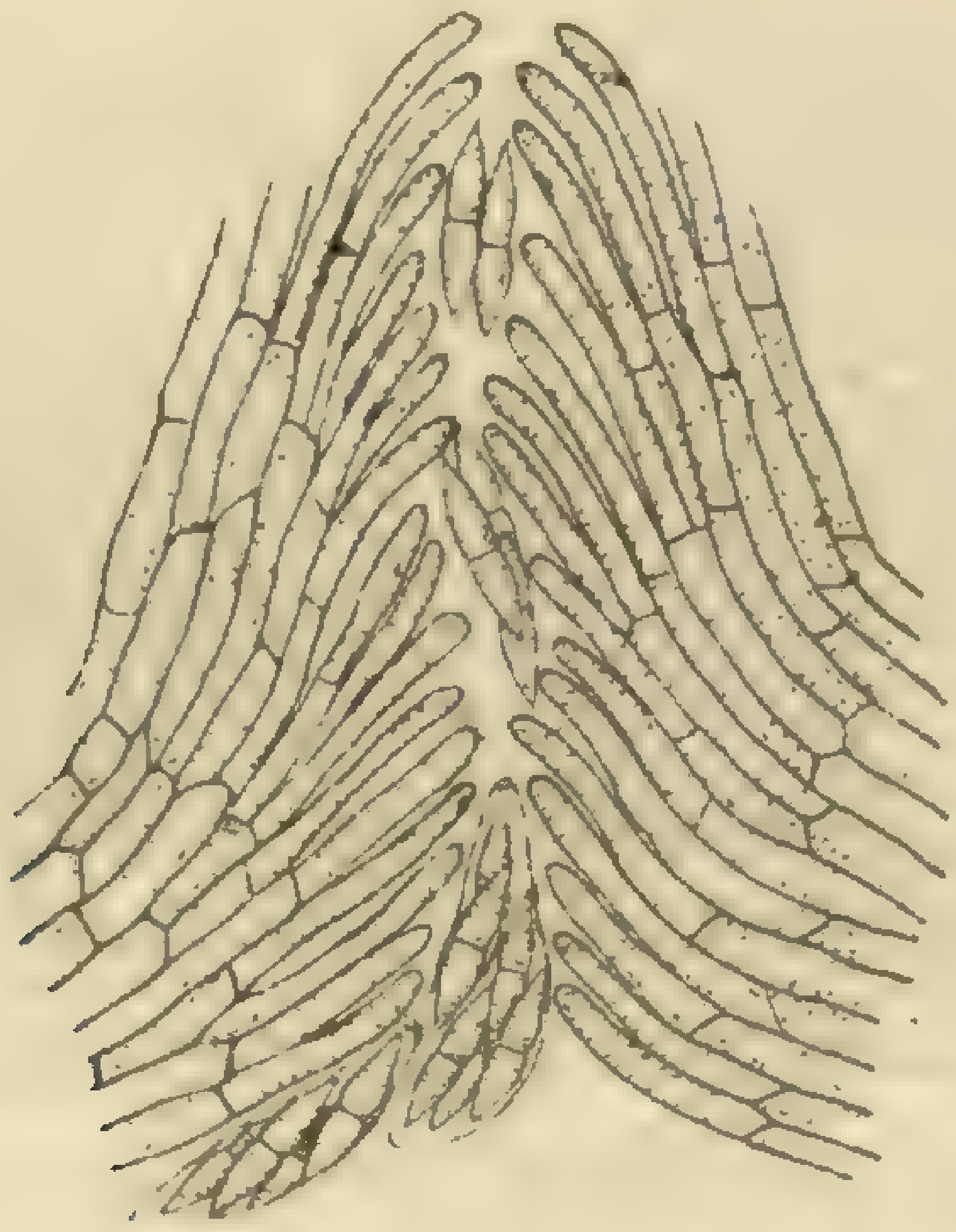


Abb. 3. *Gnomonia campylostyla.* Eingang in den Schnabel-Kanal mit eindringenden Sporenschläuchen. 580/1.

Im Anschluß an diese Betrachtungen mag auf die sonderbare Gestaltung hingewiesen werden, welche der Schnabel bei einer Anzahl *Gnomonia*-artiger Pilze annimmt. Gewöhnlich entspringt der Schnabel oben, an der Spitze der Perithezien. In gewissen Fällen aber liegt die Mündung seitlich, der Schnabel biegt von da nach oben um, so bei der neuen Art *Gnomonia Vleugelii*, oder er verläuft erst noch eine Strecke weit gerade oder sonderbar gekrümmt in horizontaler Richtung, d. h. parallel zur Substratoberfläche, um dann erst nach oben umzubiegen, so bei *Hypospila pustula* (Abb. 4). In diesen Fällen liegen auch die Schläuche horizontal, mit ihrer Spitze nach der Mündung hin gerichtet. Bei *Linospora capraeae* entwickelt sich der Schnabel zu einem neben dem Perithezium liegenden, gewissermaßen selbständigen Apparat, der mit dem Perithezium durch einen Kanal verbunden ist (Abb. 5), und die neue Art *Gnomonia Stahlii* zeigt das sonderbare, bei *Linospora capraeae* nur angedeutete Verhalten der Ausbildung von zwei Schnäbeln, von denen der eine auf der Oberseite, der andere auf der Unterseite des Blattes hervortritt, und die beide Sporen entleeren können (Abb. 6).

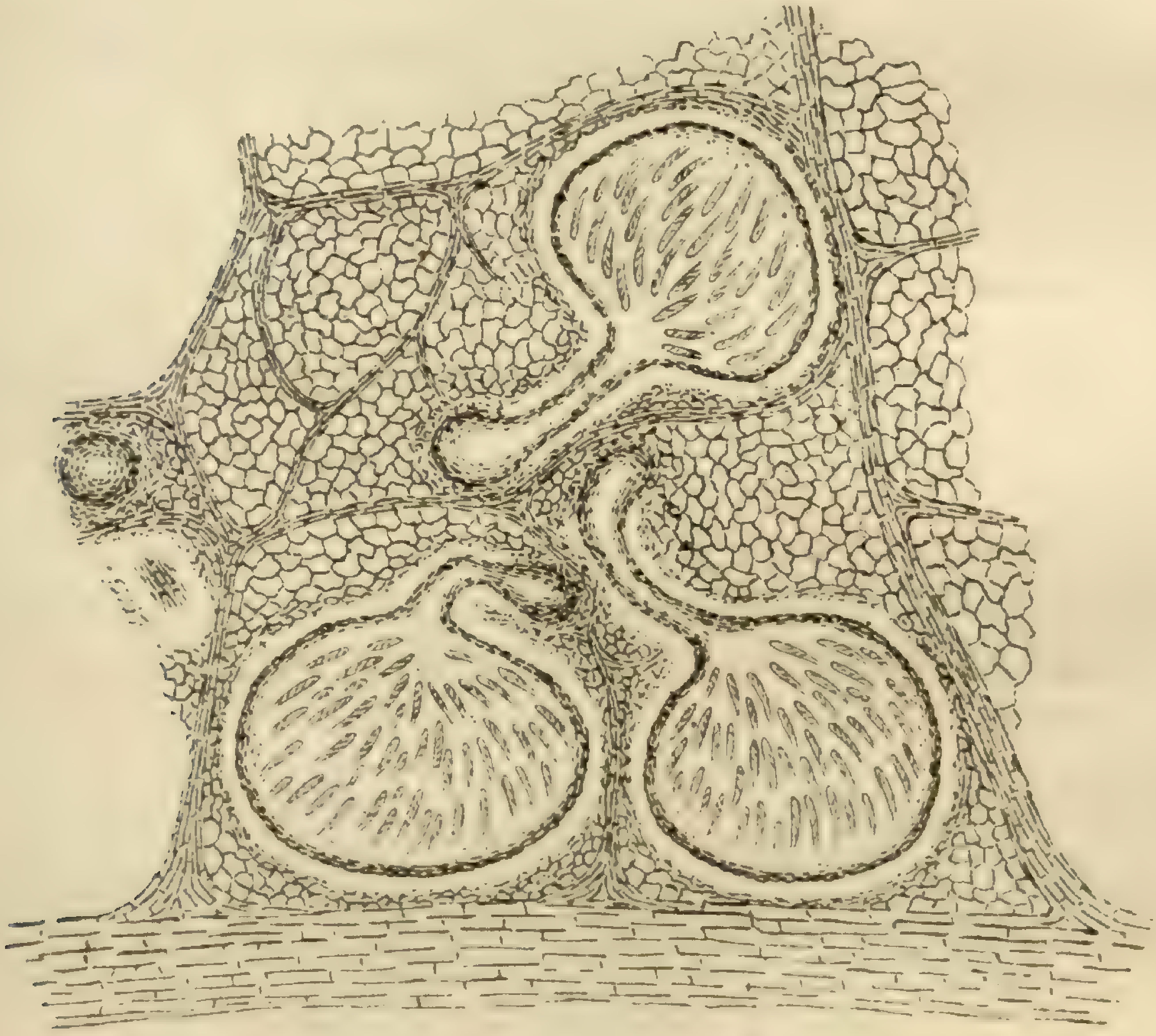


Abb. 4. *Hypospila pustula*. Blattflächenschnitt durch eine Pilzpustel, drei Perithezien mit verschieden ausgebildeten Schnäbeln und links den Querschnitt eines Schnabels zeigend. 86/1.

Daß Askosporen, die in Tröpfchen ausgeschieden werden, später noch einen zur Keimung geeigneten Nährboden erreichen, ist immerhin möglich. Der normale Vorgang ist aber sicher das Ausschleudern, durch das die Sporen den Luftströmungen zur Weiterbeförderung anheimgegeben werden.

Die Weiterentwickelung der Sporen und das Auftreten von Nebenfruchtformen ist von BREFELD auf künstlichen Nährböden studiert worden. Für die Parasiten ist dieses Verfahren zu einseitig; vor allem ergibt es nicht den natürlichen Zustand der Nebenfruchtformen. Diesen zu erhalten, muß man auf dem natürlichen Nährboden kultivieren, und das sind meistens die lebenden Blätter und die sonstigen grünen Teile der Nährpflanzen; echte Parasiten, die in die ältere Rinde eindringen, dürfte es kaum geben. Zudem wachsen gerade die ausgeprägtesten Parasiten auf künstlichem Nährboden manchmal schlecht oder auch gar nicht. *Gnomonia alniella* und *Gnomoniella tubiformis*, die leicht infizieren, waren auf Agarnährboden nicht zur Entwickelung zu bringen, *Entomo-*

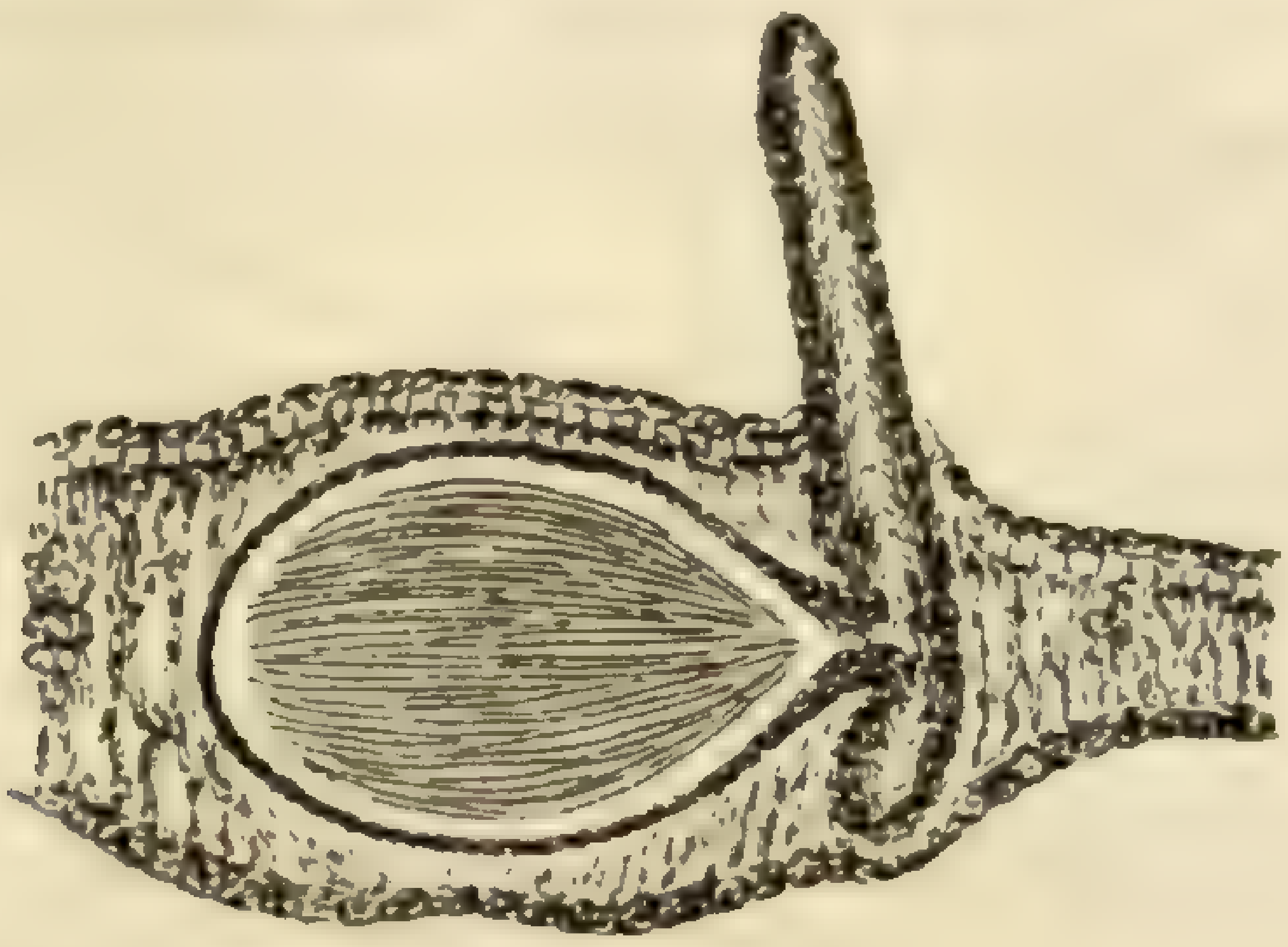


Abb. 5. *Linospora capraeae.* Blattquerschnitt durch eine Pilzpustel mit darin befindlichem Perithezium und Schnabel. 62/1.

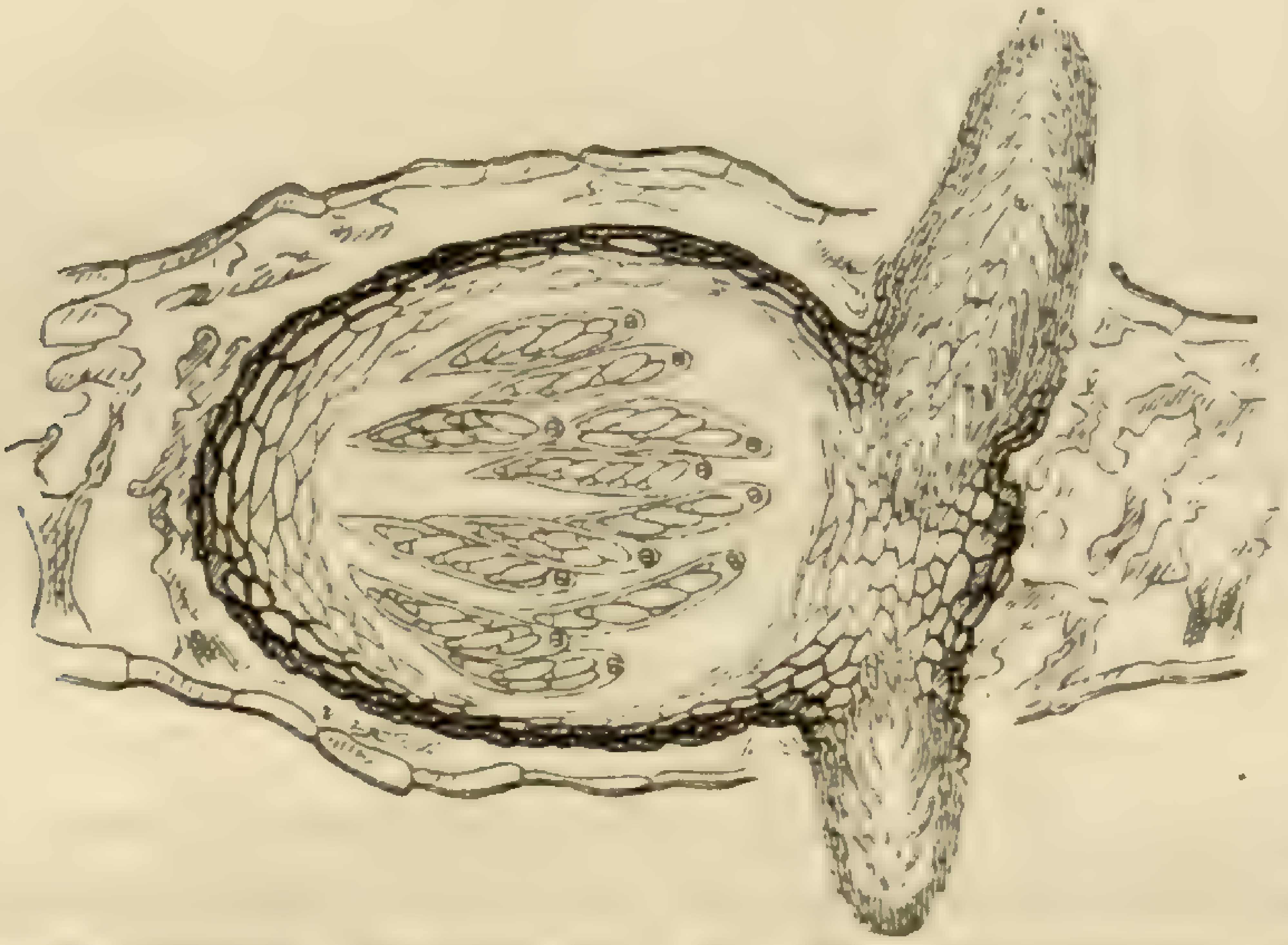


Abb. 6. *Gnomonia Stahlii.* Perithezium im Blattquerschnitt. In den einen Schnabel ist ein Sporenschlauch eingedrungen. 312/1.

peziza Soraueri infiziert leicht, wächst aber nur langsam auf Nähragar; umgekehrt entwickelt sich *Gnomonia platani* leicht auf künstlichem Nährboden, während die Infektion Schwierigkeiten macht.

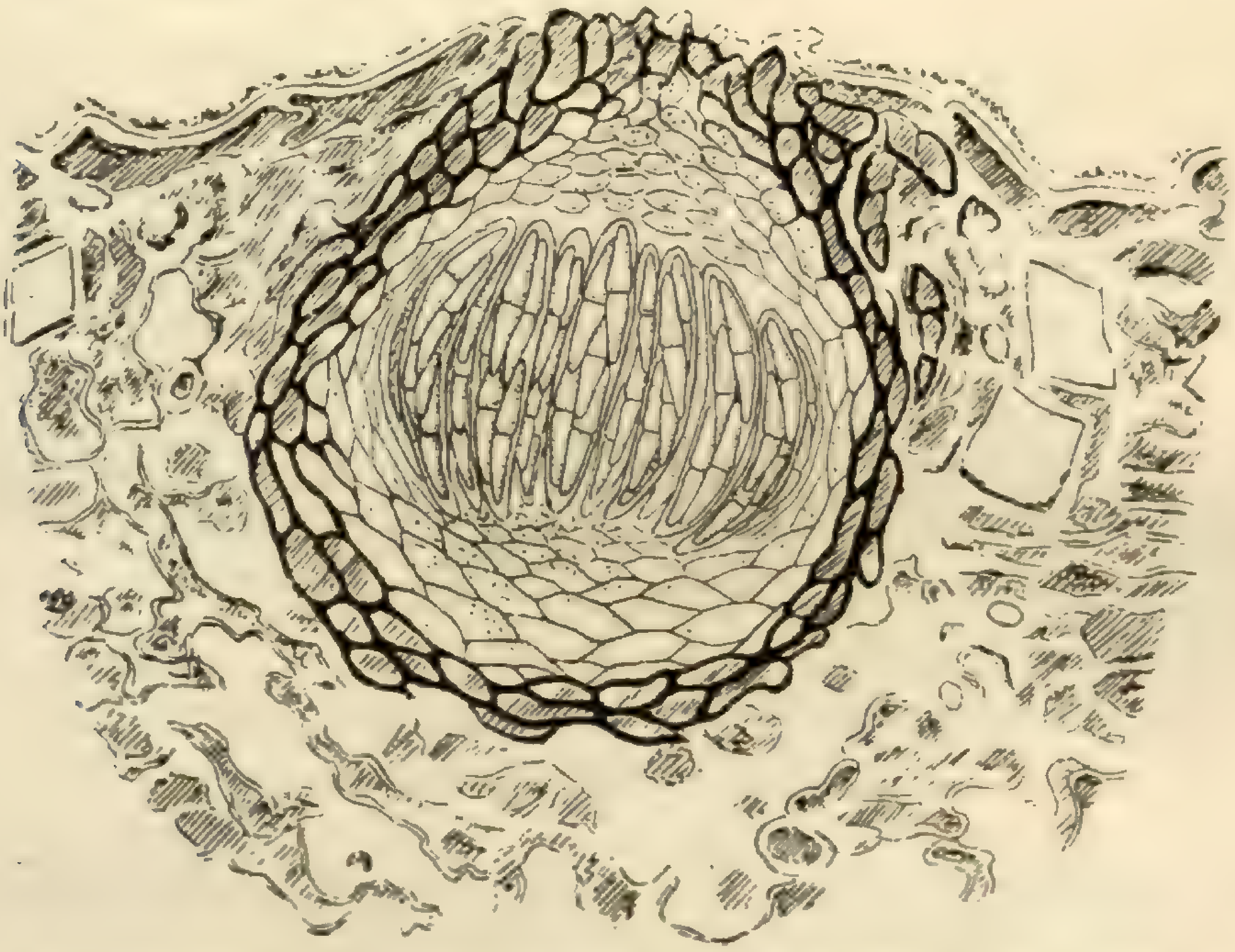


Abb. 7. *Mycosphaerella* (*Cercosphaerella*) *millegrana*. Perithezium im Blattquerschnitt. 1160/1.

Es gibt aber auch Ausnahmen; *Gnomonia leptostyla* infiziert leicht und läßt sich in künstlicher Kultur sogar zur Bildung von Perithezien bringen. Manchmal ist die Reinkultur neben dem Infektionsversuch unbedingt notwendig. *Mycosphaerella millegrana* (Abb. 7) auf abgestorbenen Lindenblättern wird fast immer von *Mycosphaerella punctiformis* (Abb. 1) begleitet; die Sporen werden gleichzeitig

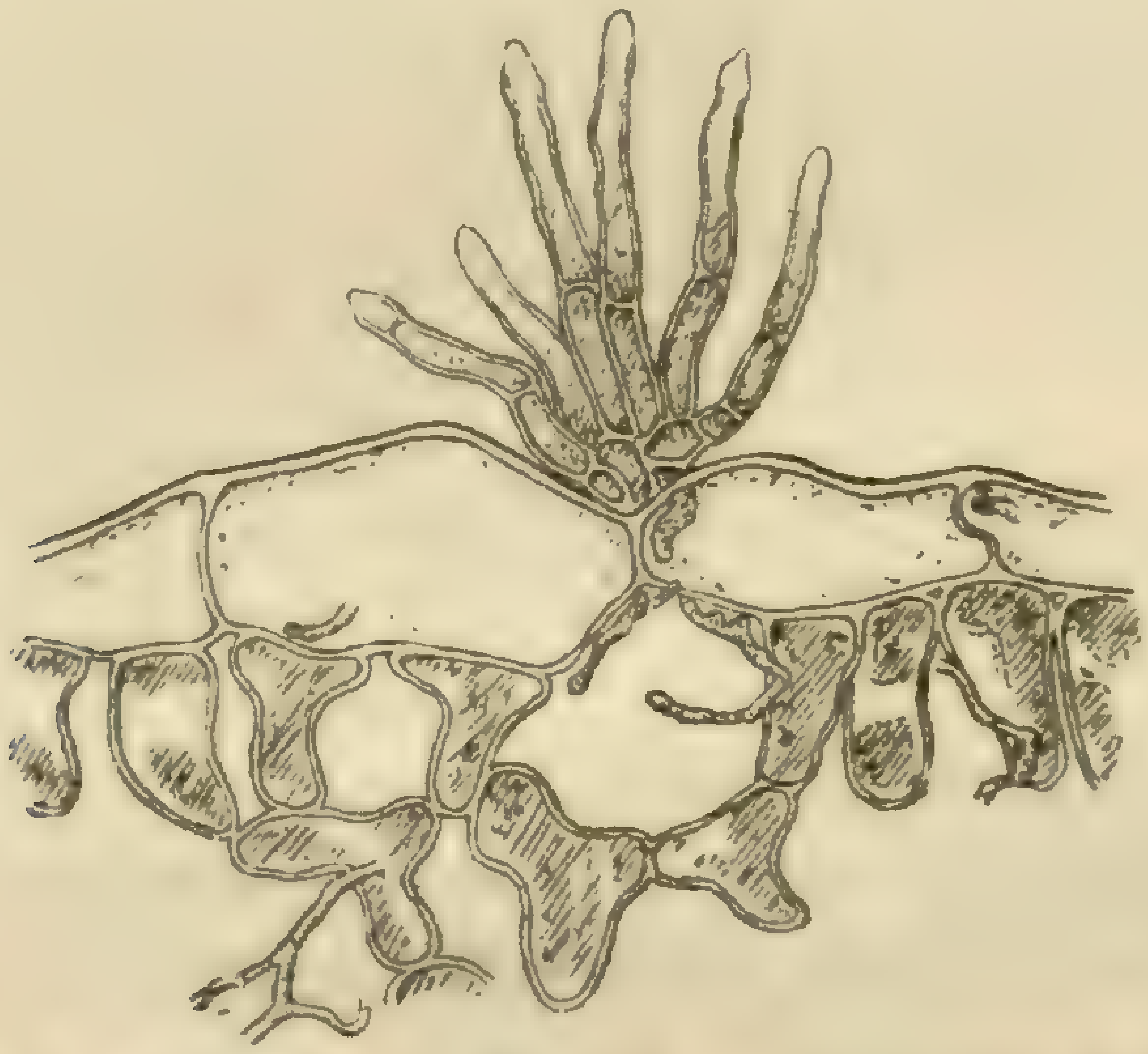


Abb. 8. *Mycosphaerella millegrana*. Konidienträgergruppe im Blattquerschnitt (*Cercospora microsora*). 619/1.

ausgeschleudert. Bei Infektionsversuchen entstand *Cercospora microsora* (Abb. 8). Erst die Reinkultur entschied, daß diese Konidienform zu *Mycosphaerella millegrana* gehört, da die länglichen *millegrana*-Sporen *Cercospora*-Konidien (Abb. 9), die kurzen *punctiformis*-Sporen *Ramularia*-Ketten (Abb. 10) ergaben.

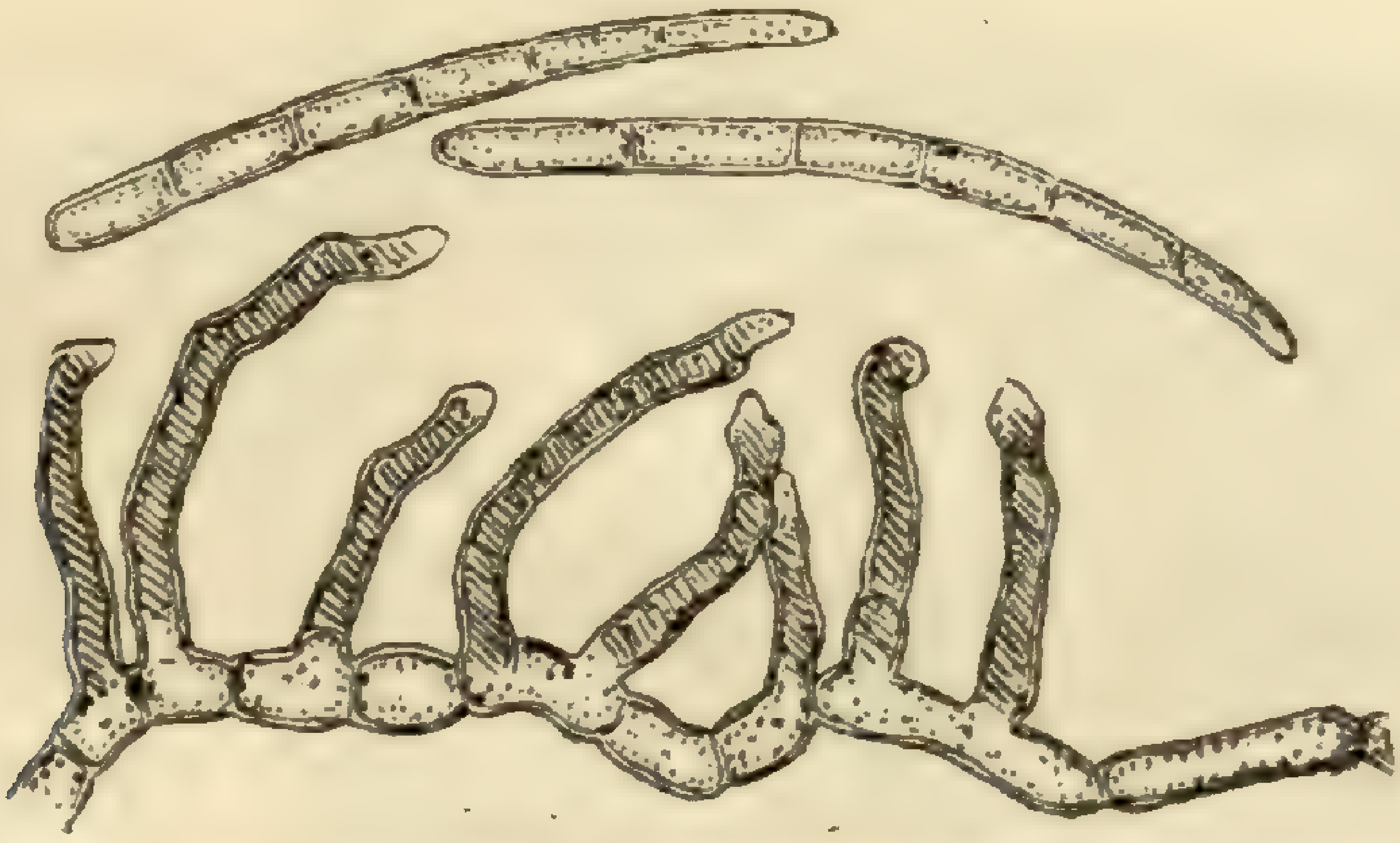


Abb. 9. *Mycosphaerella millegrana.* **Konidienträger mit abgefallenen Konidien, in sporogener Reinkultur entstanden. 595/1.**

Das weitere Verhalten des auf der Nährpflanze angesiedelten Parasiten und das gegenseitige Verhältnis beider ist ziemlich mannigfaltig. Die ausgeprägtesten Parasiten leben eine Zeitlang in Symbiose mit dem befallenen Pflanzenteil. *Stigmatea robertiani* bildet reife Perithezien auf dem noch lebenden Blattgewebe (Abb. 11). Dieser Pilz zeigt das sonderbare Verhalten, daß sein Myzel ausschließlich in der Membran der Epidermiszellen unter der Kutikula

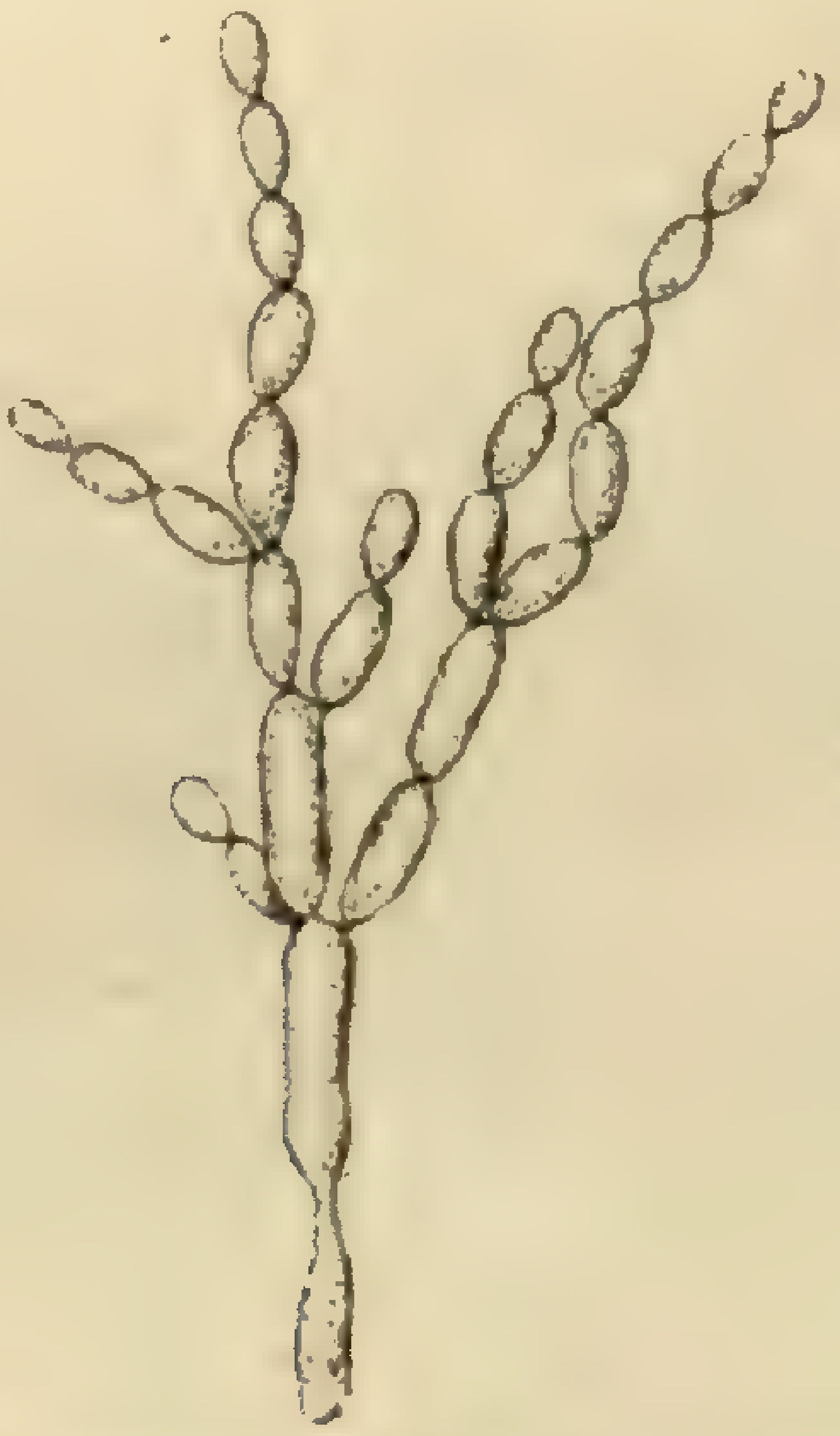


Abb. 10. *Mycosphaerella* (*Ramularisphaerella*) *punctiformis.* **Konidienbüschel aus einer sporogenen Reinkultur. 620/1.**

entwickelt ist und in keiner Weise in die tiefer liegenden Gewebe eindringt. Andere Parasiten bilden noch Konidienfrüchte auf dem noch lebenden Blattgewebe, so *Gnomoniella tubiformis*, oder zeigen anfangs eine Vereinigung des lebenden Blattgewebes mit auffälliger Myzelbildung, wie *Gnomonia alniella*. In der Regel aber stirbt die ergriffene Blattstelle unter dem Pilzangriff rasch ab, und die Fruchtkörper erscheinen dann auf den toten Geweben.

Von den ausgeprägten Parasiten führt eine Reihe verschiedenartig angepaßter Formen zu den Saprophyten hinüber. *Gnomonia rosae* infiziert erst nach geraumer Zeit. Entweder erfolgt die Entwickelung dieses Pilzes sehr langsam, oder es muß erst ein gewisses Alter der Blätter erreicht sein, bevor die Keimschläuche eindringen können. Dann erscheinen auf den noch grünen Blättern mit Myzel erfüllte braune Flecken (Abb. 12), unter deren Wirkung die Blätter bald abfallen. Wenn dieser Zustand erreicht ist, kann man die Entwickelung der Perithezien in wenig Tagen hervorrufen. Normalerweise reifen sie erst im folgenden Frühjahr. Noch bei einer ganzen Reihe anderer Pilze findet der Befall mit den Sporen schon im ersten Frühjahr statt, und die Sporen keimen auch bei feuchter Luft alsbald aus, aber von irgend einer Einwirkung auf die Blätter der Nährpflanze ist nichts wahrzunehmen. Wahrscheinlich erfolgt das Eindringen, sicher die Weiterentwickelung erst im Herbst, wenn die Blätter abgestorben oder dem Absterben nahe sind, und die Perithezien reifen dann im Frühjahr. So verhalten sich *Gnomonia melanostyla*, *Hypospila pustula*, *Mycosphaerella punctiformis*. Der letztgenannte Pilz beginnt schon im Herbst, Konidienfrüchte auszubilden.

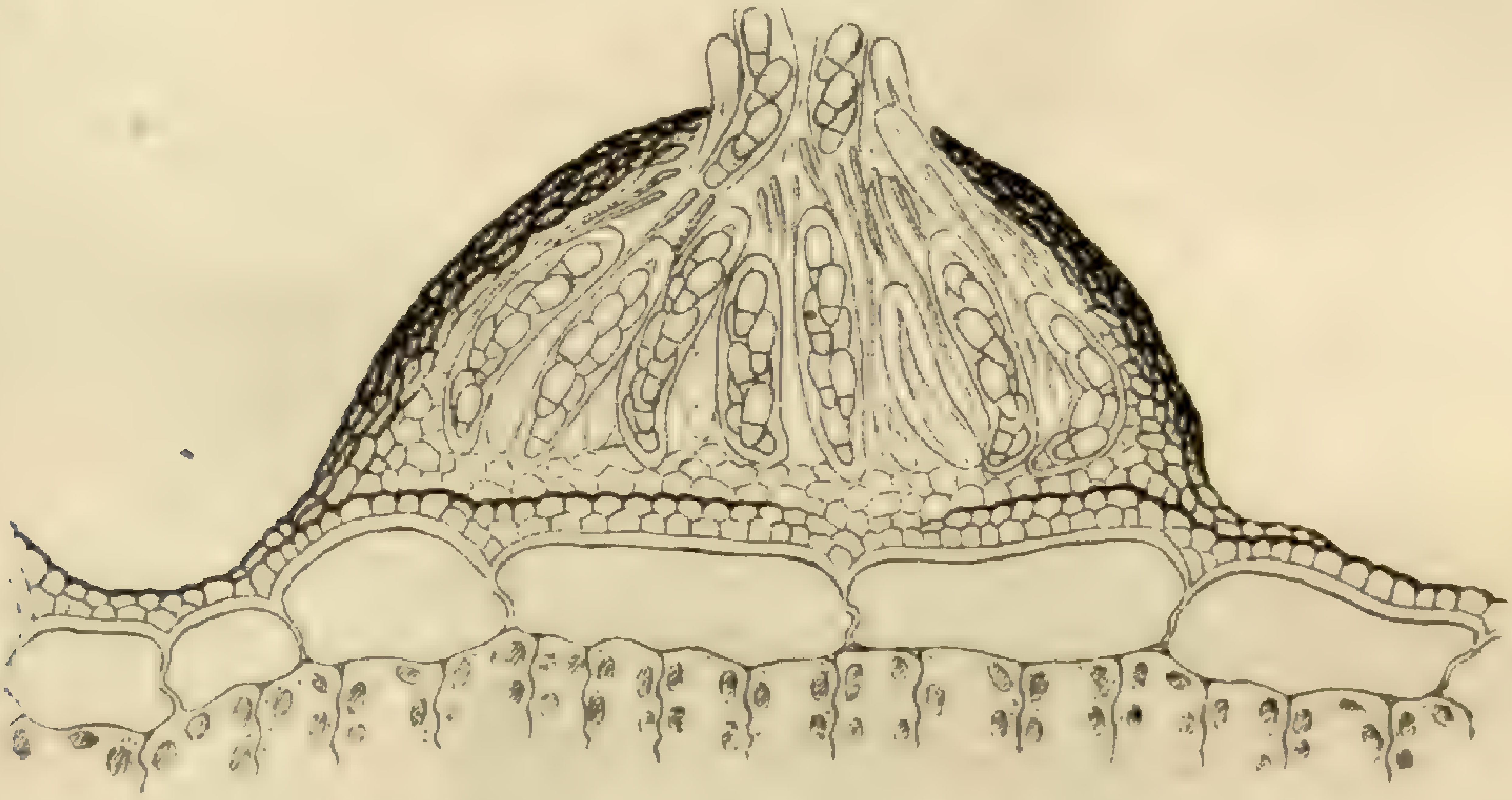


Abb. 11. *Stigmatea robertiani.* Perithezium im Blattquerschnitt. Myzel nur außerhalb der Epidermiszellen unter der Kutikula. 341/1.

Die Zahl der sicher festgestellten Zusammenhänge zwischen Schlauchfrüchten und Nebenfruchtformen ist bisher eine beschränkte geblieben, da jeder einzelne Fall eine gründliche Untersuchung nötig macht. Die Regel, daß mit ähnlichen Schlauchfrüchten ähnliche Konidienfrüchte in Zusammenhang stehen, trifft nicht unbedingt zu. Für *Mycosphaerella* sind Arten von *Septoria*, *Phleospora*, *Ramularia* und *Cercospora* als Nebenfruchtformen nachgewiesen. Wahrscheinlich kommen noch *Ascochyta* und einige andere hinzu. Diese Formgattungen sind unter sich zum Teil so verschieden, daß es sich empfiehlt, die unübersichtliche Gattung *Mycosphaerella* danach aufzuteilen. Ich habe einstweilen die drei Gruppen *Septorisphaerella*, *Ramularisphaerella* und *Cercosphaerella* vorgeschlagen, von denen die erste außer den Arten, zu denen *Septoria*-Konidienfrüchte gehören[1]), auch diejenigen umfaßt, deren Nebenfruchtformen der nicht wesentlich verschiedenen *Phleospora* entsprechen.

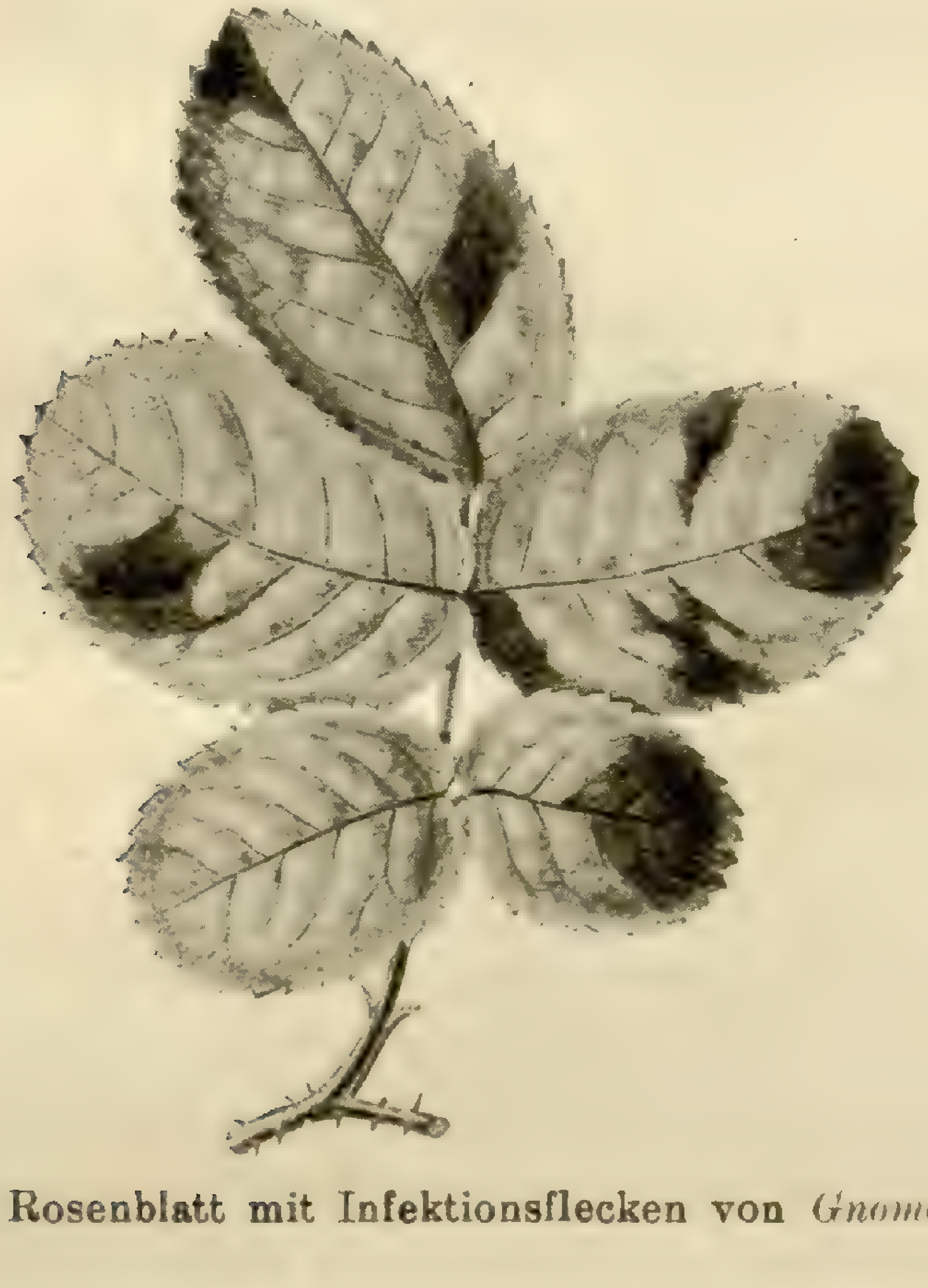


Abb. 12. Rosenblatt mit Infektionsflecken von *Gnomonia rosae*.

Von *Mycosphaerella* ist *Sphaerulina* nur durch die vierzelligen Sporen verschieden. Die Zugehörigkeit einer *Septoria* oder *Phleo-*

---

1) Abbild. s. KLEBAHN, Aufgaben und Ergebnisse biologischer Pilzforschung. Vorträge aus dem Gesamtgebiet der Botanik, herausgeg. von der Deutsch. Bot. Gesellsch., Heft I, 1914, S. 24.

spora, *S. rosae*, zu *Sphaerulina Rehmiana*, reiht sich daher den Befunden über *Mycosphaerella* gut an.

Die Gattung *Gnomonia* (Abb. 13) enthält zahlreiche Arten, die keine Konidien bilden; diese bringen auf dem natürlichen wie auf künstlichem Nährboden nach Verlauf eines angemessenen Zeitraums als einzige Fruchtform Schlauchfrüchte hervor. Soweit bei *Gnomonia*-Arten Konidienfrüchte festgestellt sind, kann man als deren Grundtypus Fruchtformen ansehen, die der Melanconiaceen-Gattung *Gloeosporium* (Abb. 14) mehr oder weniger entsprechen. Es sind flachausgebreitete Lager ohne jede Spur eines Gehäuses, mit länglichen einzelligen Konidien. Von *Gloeosporium* ist *Leptothyrium* kaum zu trennen, *Actinonema* unterscheidet sich nur durch auffällige Myzelentwickelung und *Marssonina* (vgl. Abb. 15) nur durch zweizellige Konidien. Die Gattung *Gnomonia* nach diesen Konidienformen aufzuteilen, ist die Zahl der untersuchten Arten einstweilen nicht groß genug.

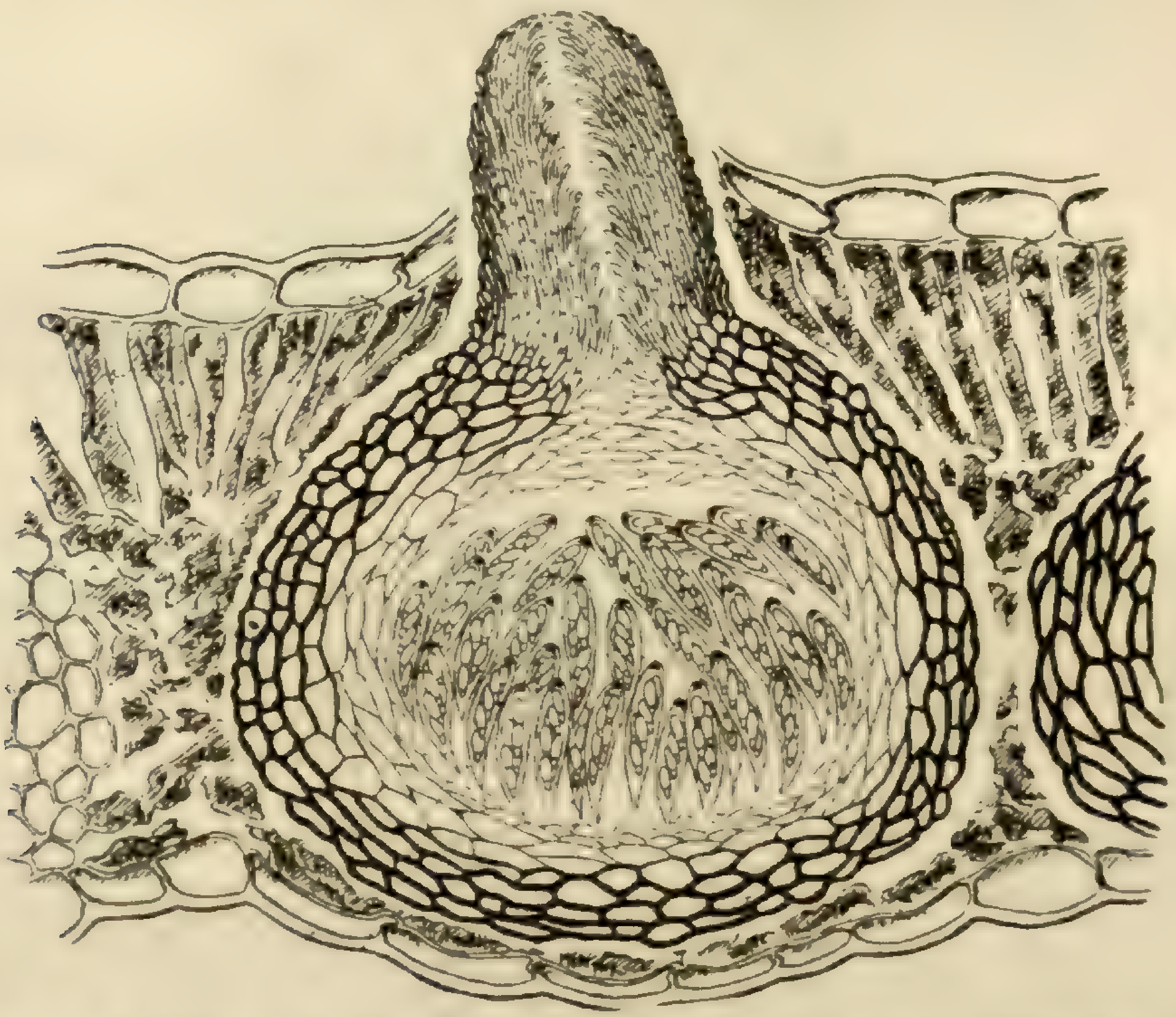


Abb. 13. *Gnomonia quercina.* Perithezium im Blattquerschnitt. 284/1.

Höchst auffällig ist die Erscheinung, daß Konidienfrüchte von ganz demselben Bau, gleichfalls aus den Gattungen *Gloeosporium* und *Marssonina*, mit Schlauchfrüchten aus der weit verschiedenen Gattung *Pseudopeziza* (Abb. 15 u. 16), die zu den Diskomyzeten gehört, in Verbindung stehen. Unterschiede scheinen nur insofern vorhanden zu sein, als die *Gnomonia*-Arten ein ausgebreiteteres, die *Pseudopeziza*-Arten ein beschränktes Wachstum zeigen, und als die zu *Pseudopeziza* gehörenden Konidien in der Reinkultur in eigentümlich büscheligen Gruppen gebildet werden, die von der Anordnung der zu *Gnomonia* gehörenden Konidien abweichen. Wenn sich diese Merkmale schärfer fassen ließen, könnten danach vielleicht die zu *Gnomonia* und die zu *Pseudopeziza* gehörenden Konidienformen mittels Reinkultur erkannt und unterschieden werden.

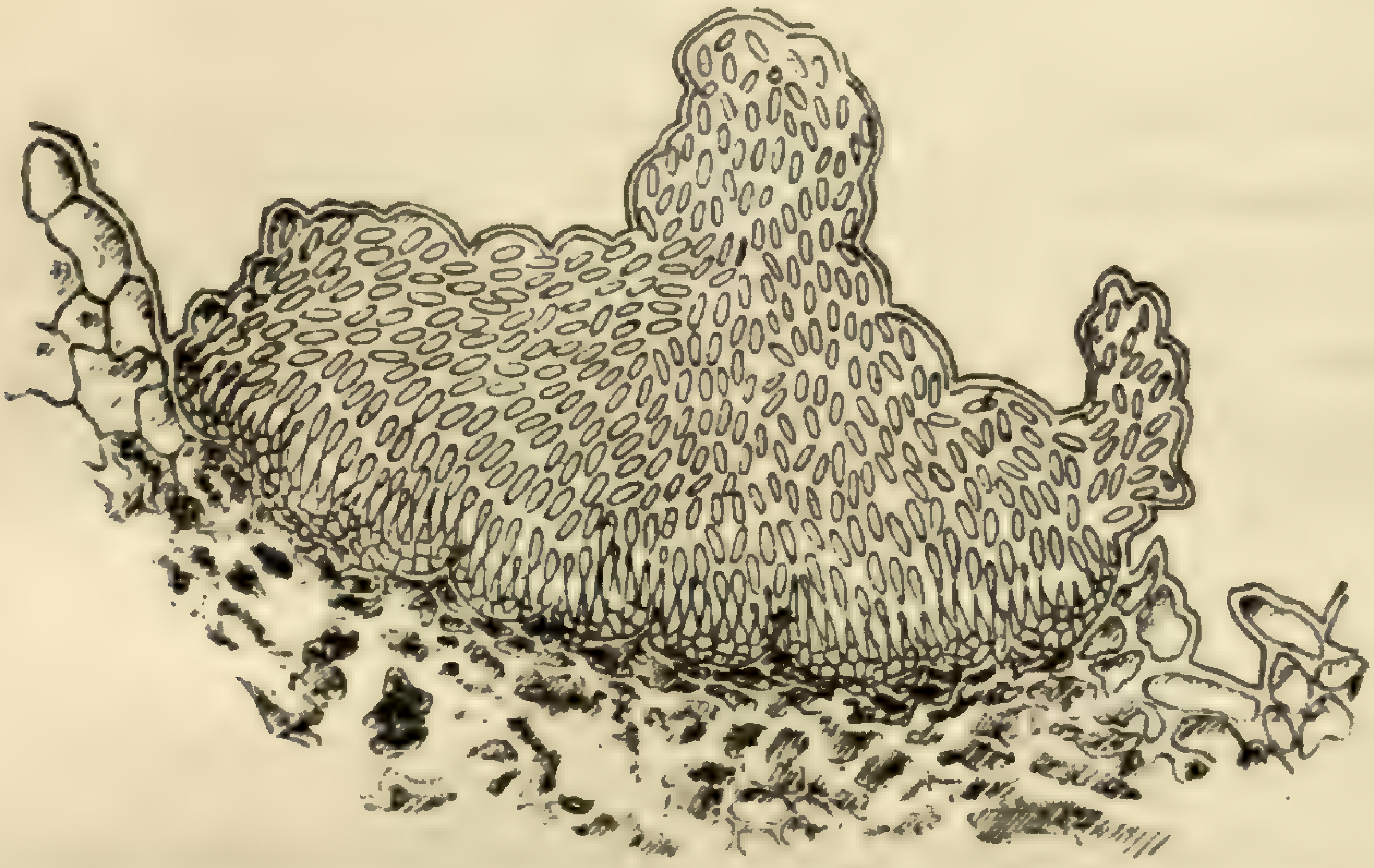


Abb. 14. *Gnomonia quercina.* **Blattquerschnitt mit Konidienlager** (*Gloeosporium quercinum*). **312/1.**

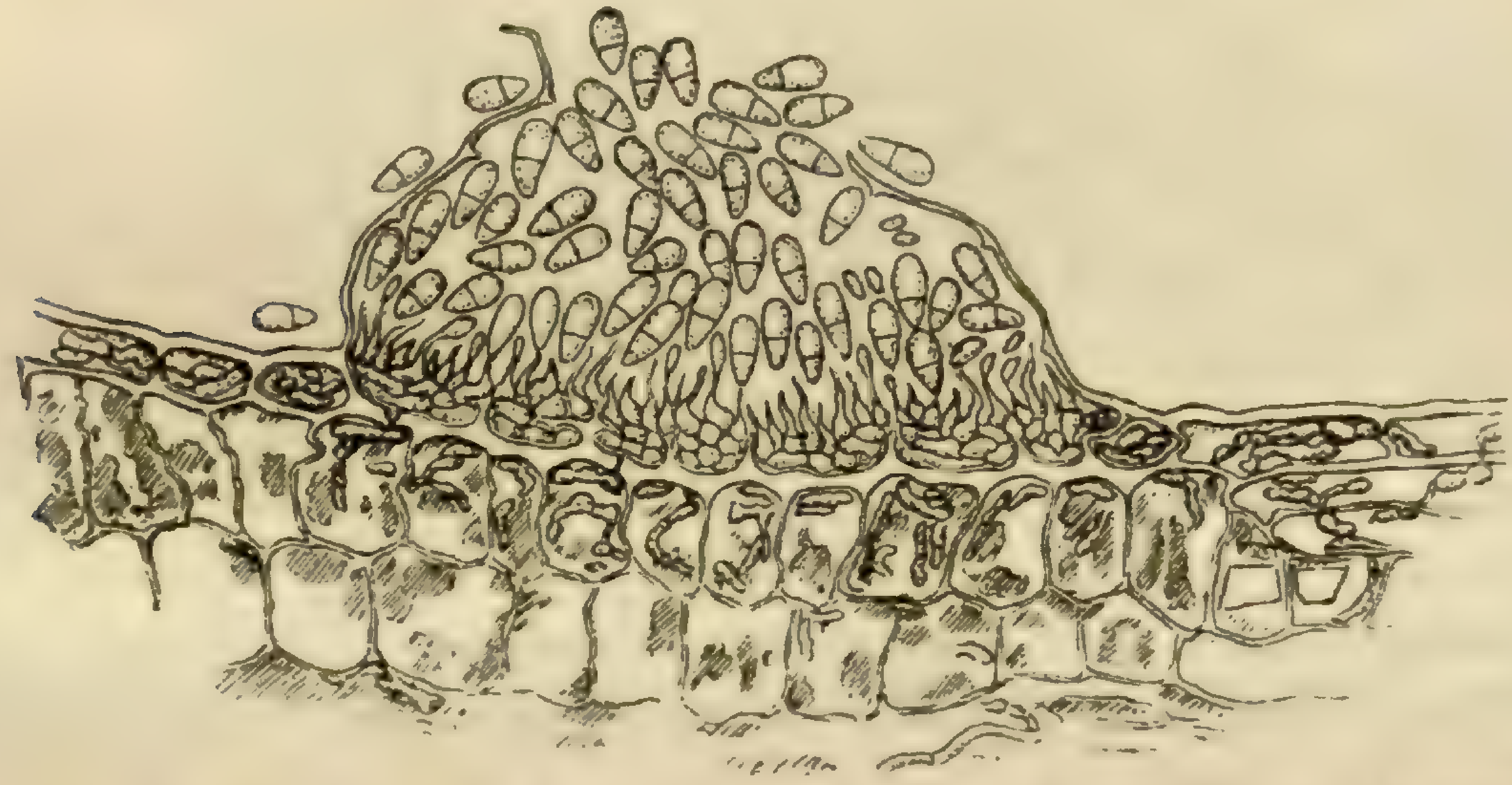


Abb. 15. *Pseudopeziza populi albae.* **Zugehöriges Konidienlager** (*Marssonina populi albae*) **im Blattquerschnitt. 436/1.**

Als eine dritte Gruppe lassen sich aus der Gattung *Gloeosporium* diejenigen Formen herauslösen, die nach amerikanischen Autoren mit Perithezien aus der Gattung *Glomerella* in Verbindung stehen. Für diese scheint ein gemeinsames Merkmal zu sein, daß sie bald nach dem Keimen am ganzen Myzel einzelne dunkelgefärbte Zellen bilden, die sich der Unterlage anheften und als Appressorien bezeichnet worden sind. Mehrere *Gloeosporium*-Arten, deren Perithezien man noch nicht kennt, z. B. *Gl. darlingtoniae*, *Lindemuthianum*, *lagenarium*, verhalten sich ähnlich.

Engen Anschluß an die zweite Gruppe der Gloeosporien muß die Formgattung *Entomosporium* finden, die denselben Bau der Lager hat, aber ganz auffallende und völlig eigenartige Konidien bildet. Daher scheint es auch gerechtfertigt, die zugehörige Schlauchfruchtform, die sonst mit *Fabraea* übereinstimmt, als besondere Gattung, *Entomopeziza*, anzusehen[1]).

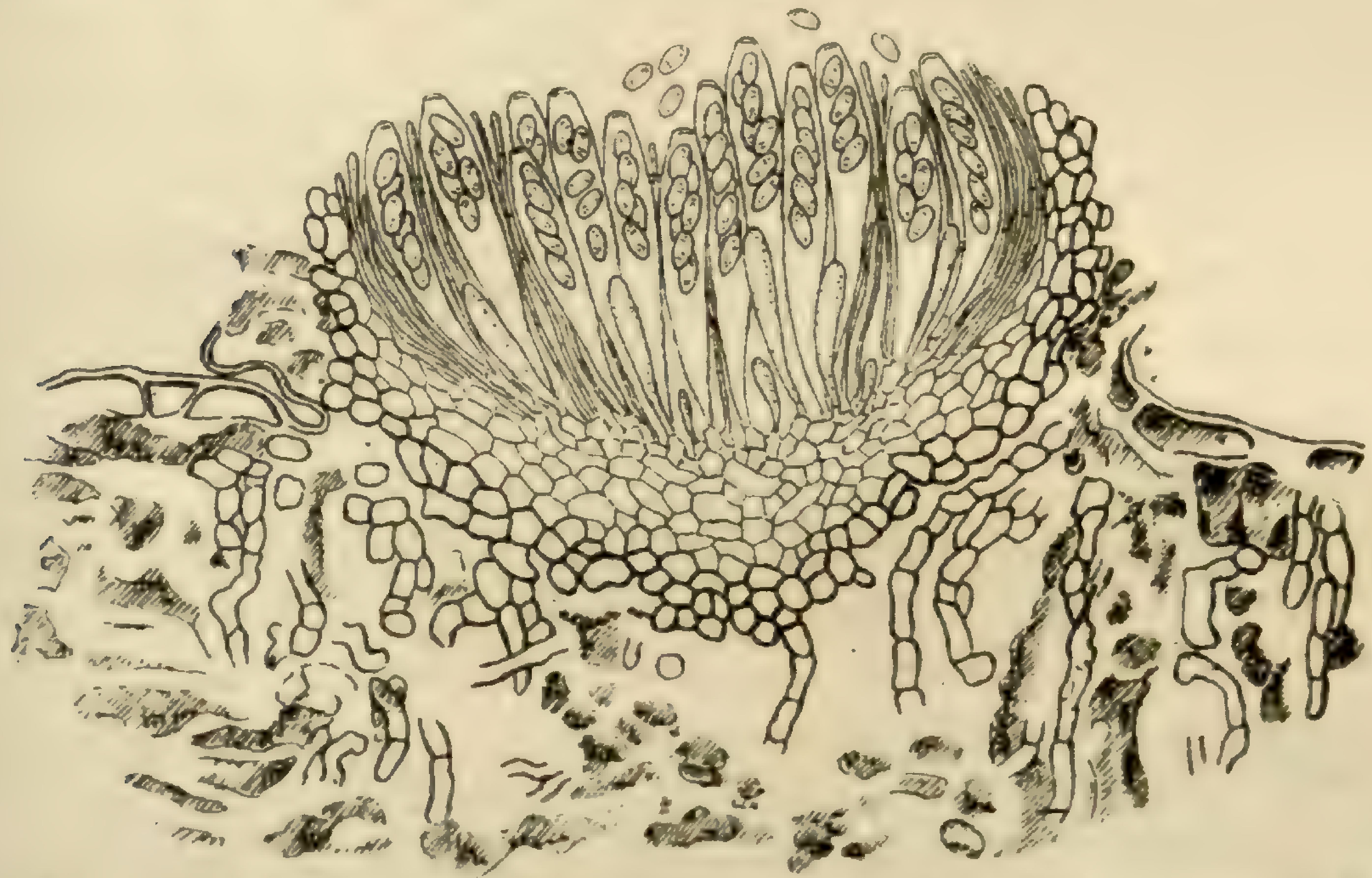


Abb. 16. *Pseudopeziza populi albae.* Blattquerschnitt mit Apothezium. 379/1.

Eine Übersicht der von mir festgestellten bzw. nachuntersuchten Zusammenhänge mag hier folgen:

Cercosphaerella millegrana: *Cercospora microsora.*
Ramularisphaerella punctiformis: *Ramularia* sp.
„ *hieracii*: *Ramularia hieracii.*
„ *fragariae*: „ *Tulasnei.*
Septorisphaerella ulmi: *Phleospora ulmi*[2]).
„ *sentina*: *Septoria piricola*[3]).
„ *hippocastani*: *Septoria aesculicola.*
„ *ribis*: „ *ribis.*
„ *populi*: „ *populi.*

---

[1] Abbild. s. Aufgaben u. Ergebn. S. 34.

[2] Jahrb. f. wiss. Bot. XLI, 492 (1905).

[3] Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XVIII, 5 (1908).

Sphaerulina Rehmiana: Septoria rosae.
Venturia pirina: Fusicladium pirinum[1].
„ *ditricha:* „ *betulae*[2].
Pleospora sarcinulae: Macrosporium sarcinula[3].
Gnomonia platani: Gloeosporium nervisequum,
Discula platani, Sporonema platani usw.[4].
„ *quercina: Gloeosporium quercinum.*
„ *tiliae:* „ *tiliae.*
„ *leptostyla: Marssonina juglandis,*
„ *Leptothyrium juglandis* usw.[5].
„ *padicola: Asteroma padi*[6].
„ *tubiformis: Leptothyrium alneum*[7].
Pseudopeziza ribis: Gloeosporium ribis[8].
„ *salicis:* „ *salicis.*
„ *populi albae: Marssonina populi albae.*
Entomopeziza Soraueri: Entomosporium maculatum.
Nectria galligena: Fusidium candidum[9].

Ältere Autoren haben vielfach einen weitgehenden Polymorphismus der Askomyzeten hinsichtlich ihrer Konidienformen angenommen. Nach den vorliegenden auf Infektionsversuche und Reinkultur gegründeten Beobachtungen ist diese Vielseitigkeit sehr beschränkt. In den beiden Gruppen *Septorisphaerella* und *Ramularisphaerella* kommen außer den oben erwähnten großen Konidien noch winzig kleine bakterienartige vor. Bei *Septorisphaerella hippocastani* wurden sie mit *Septoria*-Konidien gemischt und auch ohne diese in den Pykniden gefunden; in Reinkulturen traten sie frei am Myzel auf[10]. Auch bei einigen Gnomoniaceen wurden Mikrokonidien festgestellt. *Gnomonia leptostyla* bildet außer den großen zweizelligen *Marssonina*-Konidien noch kleine fadenförmige einzellige, teils allein in besonderen Lagern, die als *Cryptosporium nigrum* oder *Leptothyrium juglandis* beschrieben worden sind, teils mit *Marssonina*-Konidien gemischt; auch in Reinkultur wurden sie erhalten. Alle diese Mikrokonidien scheinen keimungsunfähig zu sein und für die Vermehrung auszuscheiden. Bei *Gnomonia platani* und *quercina* gibt es Übergänge von den normalen *Gloeosporium*-Konidien zu kleineren, die bei *Gnomonia quercina* für eine besondere Art gehalten worden sind. Einen auffälligen Polymorphismus zeigt *Gnomonia platani* an den Fruchtkörpern¹). Außer den gehäuselosen *Gloeosporium*-Lagern treten, und zwar während des Winters, größere, mit derber schwarzer Hülle umgebene Früchte auf, die von den älteren Autoren als *Fusicoccum* oder *Sporonema* beschrieben worden sind, und unter den Lentizellen der Rinde entstehen die als *Discula platani* bezeichneten Gehäuse. Aber alle diese Fruchtformen enthalten eine und dieselbe Konidienart und sind daher, ebenso wie die in Reinkultur an freien Hyphen gebildeten Konidien, nur Formen der Anpassung an die Pflanzenteile, an denen sie gebildet werden, und die verschiedenen klimatischen Verhältnisse, unter denen sie entstehen. In dem gleichen Sinne sind auch die von einem Gehäuse umgebenen Winterkonidienfrüchte zu deuten, die auf Blättern, die im Sommer *Gloeosporium ribis* oder *Entomosporium maculatum* getragen hatten, nach der Überwinterung zusammen mit den zugehörigen Apothezien gefunden wurden.

---

[1] Vgl. BREFELD, Untersuchungen X, 221. ADERHOLD, Landw. Jahrbücher XXV, 905 (1896).

[2] Vgl. BREFELD, Untersuchungen X, 220. ADERHOLD, Centralbl. f. Bakt. II, 57 (1896).

[3] Vgl. GIBELLI u. GRIFFINI, Ricerche fatte nel labor. di Bot. crittog. Pavia 1874. BREFELD, Untersuchungen X, 226 (1891).

[4] Jahrb. f. wiss. Bot. XLI, 515 (1905).

[5] Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XVII, 223 (1907).

[6] „ „ „ XVIII, 129 (1908).

[7] „ „ „ XVIII, 140 (1908).

[8] „ „ „ XVI, 65 (1906).

[9] vgl. HARTIG, Untersuch. a. d. forstbot. Inst. München I, 120 (1880) u. spätere Autoren.

[10] Abbild. s. Aufgaben u. Ergebnisse S. 37.

Im Gegensatz zu den Askosporen übernehmen die Konidien in vielen Fällen wesentlich die Vermehrung der Pilze während des Sommers. Feuchte Luft fördert die Entwickelung der Konidienträger und der Konidien an denselben und veranlaßt die in Pykniden oder Lagern enthaltenen Konidien, in Ranken hervorzuquellen. Die lose an Konidienträgern gebildeten Konidien können durch den Wind verweht werden, die in Ranken hervorquellenden werden durch Wasser getrennt und daher, soweit sie nicht durch Insekten verschleppt werden, wohl wesentlich durch das bei Regen umherspritzende Wasser verbreitet. Wenn die Konidienfrüchte den Winter überdauern, oder wenn während des Winters besondere Konidienfrüchte gebildet werden, können die Konidien auch einen wesentlichen Anteil an dem Neuauftreten des Pilzes im Sommer übernehmen und die Askosporen mehr oder weniger ausgeschaltet werden. *Ramularisphaerella hieracii* bildet Sklerotien, die im Frühjahr zum Teil in Schlauchfrüchte übergehen, zum größeren Teil

---

1) Abbild. s. Aufgaben u. Ergebnisse S. 27 u. 28.

aber unter Konidienbildung auskeimen (Abbild. 17). Bemerkenswert ist auch die auf *Ribes grossularia* lebende Form des *Gloeosporium ribis*. Sie bildet mit Gehäuse versehene Winterkonidienlager[1]) auf den überwinterten Blättern, konnte aber bisher nicht zur Bildung von Apothezien veranlaßt werden, während diese bei den beiden auf *Ribes rubrum* und *R. nigrum* lebenden Formen leicht entstehen. Zum mindesten werden also bei diesem Stachelbeerpilz die Apothezien nicht leicht und nicht regelmäßig, vielleicht aber werden sie überhaupt nicht gebildet. Diese Erfahrung ist geeignet, Streiflichter auf das Verhalten der Fungi imperfecti zu werfen, jener Konidienzustände, zu denen man höhere Fruchtformen nicht kennt. Viele von ihnen mögen durch besondere Einwirkungen während ihres Wachstums veranlaßt werden können, Schlauchfrüchte oder eine andere höhere Fruchtform auszubilden. In manchen Fällen bewährt sich das Verfahren, die mit der Konidienform behafteten Blätter im Freien überwintern zu lassen; es dürfte in allen Fällen Erfolg haben, wo in der Natur leicht und regelmäßig höhere

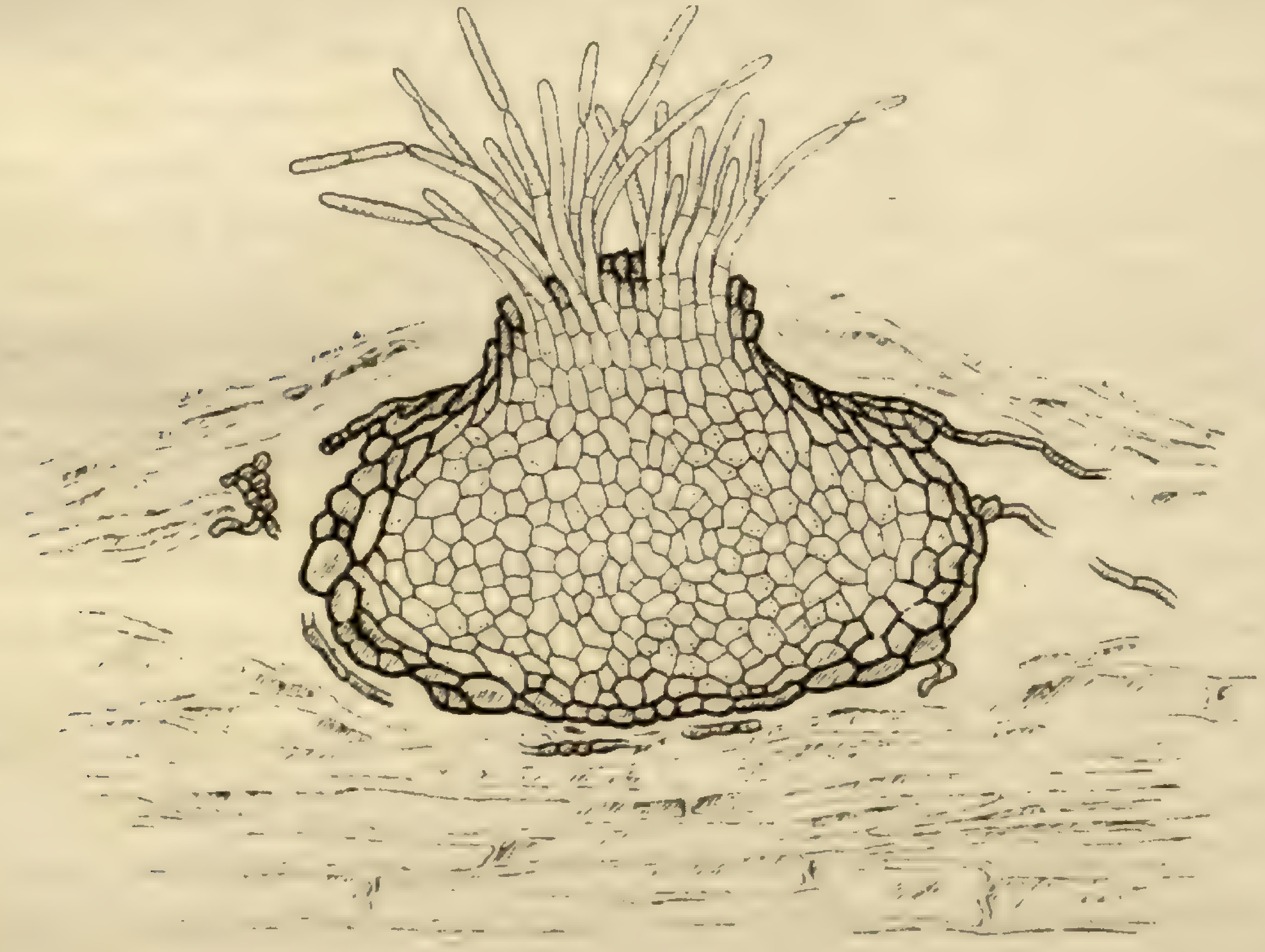


Abb. 17. *Mycosphaerella* (*Ramularisphaerella*) *hieracii*. Sklerotium, nach dem Feuchthalten in *Ramularia*-Konidien aussprossend. 392/1.

---

1) Abbild. s. Aufgaben und Ergebnisse S. 20. Die obere Abbildung (1) ist als f. sp. *grossulariae* zu bezeichnen, nicht als f. sp. *nigri*.

Fruchtformen entstehen. In andern Fällen aber versagt dieselbe Behandlung, selbst bei Pilzen, deren nächste Verwandten leicht höhere Fruchtformen bilden. Die Zugehörigkeit von *Septoria*-Früchten zu einer Reihe von *Mycosphaerella*-Arten ist festgestellt, aber zu *Septoria apii* und *S. lycopersici* bemühte ich mich vergebens, Schlauchfrüchte zu erhalten. Negative Ergebnisse entscheiden zwar nicht, aber immerhin wird man sich mit dem Gedanken vertraut machen müssen, daß es Pilze gibt, welche die Fähigkeit, höhere Formen zu bilden, verloren oder nie erworben haben.

Über die Erscheinung der Sonderanpassung oder Spezialisierung, die in der Biologie der Uredineen eine so hervorragende Rolle spielt, liegen bei den Askomyzeten nicht so umfassende Untersuchungen vor. Indessen zeigt sie sich in manchen Fällen in ganz ähnlicher Weise. *Pseudopeziza ribis* bildet ein für Versuche besonders geeignetes Objekt, da man leicht reichliche Mengen von Konidien gewinnen und damit sehr gleichmäßig infizieren kann. Drei Formen sind untersucht. Die von *Ribes rubrum* geht auch auf *R. aureum*, nicht auf *R. nigrum*, *grossularia* und *sanguineum* über, die von *R. grossularia* geht schwach auf *R. rubrum*, nicht auf *R. aureum*, *nigrum*, *sanguineum*, die von *R. nigrum* geht auf *R. aureum* und *sanguineum*, sehr schwach auf *R. rubrum* und nicht auf *R. grossularia* über. Keine dieser Formen befällt *R. alpinum*, auf dem eine besondere, noch nicht experimentell untersuchte Form lebt. Geringe morphologische Unterschiede gehen mit diesen biologischen Verschiedenheiten Hand in Hand. Bemerkenswert ist diese ausgeprägte Spezialisierung gegenüber dem Umstand, daß sich alle diese Pilze in ziemlich gleicher Weise auf Salepagar zur Entwickelung und zur Konidienbildung bringen lassen. In ähnlicher Weise bildet *Entomopeziza Soraueri* Formen, die an die Nährpflanzen *Pirus communis*, *Cydonia*, *Mespilus*, *Cotoneaster* usw. verschieden angepaßt sind. Sicher dürfte das auch mit der auf *Populus*-Arten lebenden *Pseudopeziza* der Fall sein. Untersucht ist nur die Form auf *Populus alba*, die die andern Arten nicht infiziert. Aber hier gestatten es merkliche Gestaltsunterschiede der Konidien, auch ohne Versuche gewisse Arten zu unterscheiden.

Die Askomyzeten geben Veranlassung, die Frage zu stellen, ob auch bei Saprophyten Sonderanpassung möglich ist. Von *Mycosphaerella punctiformis* wurden drei Formen auf Linde, Eiche und Haselnuß untersucht, die geringe Unterschiede im Aussehen und besonders auch in der Farbe der Reinkulturen haben. Vielleicht können diese Formen ohne Schwierigkeiten von den Blättern der einen Nährpflanze auf die der andern übertragen werden.

Wenn aber die Sonderanpassung auf stofflichen Verschiedenheiten der Nährböden beruht, so ist es sehr wohl möglich, daß es Formen gibt, die auf toten Lindenblättern besser wachsen als auf toten Eichenblättern, und umgekehrt. Hier könnten sich der Forschung neue Aufgaben eröffnen, da es leichter sein muß, den stofflichen Besonderheiten toter Nährböden nachzuforschen als denen lebender.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1919 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders an Herrn Prof. Dr. P. Lindner, Berlin N, Seestr. 13, Institut für Gährungsgewerbe, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung**, für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten. Den Autoren wird jährlich nur eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt. Den Mitgliedern können nur 3 Arbeiten jährlich zugestanden werden. Arbeiten von Nichtmitgliedern können bis auf weiteres nicht aufgenommen werden.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1919.

Ehrenpräsident: S. Schwendener.

Für die Generalversammlung: G. Berthold, Präsident; M. Büsgen, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: P. Lindner, Vorsitzender; J. Behrens, erster Stellvertreter; P. Claussen, zweiter Stellvertreter; H. Harms, erster Schriftführer; H. Miehe, zweiter Schriftführer; W. Magnus, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: P. Lindner, H. Harms, H. Miehe, W. Magnus, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): R. Kolkwitz, O. Reinhardt, L. Diels, L. Wittmack, E. Baur.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für alle ordentlichen Mitglieder 20 M. und 5 M. Zuschlag für die Dauer der Teuerung.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in Berlin-Dahlem gelangen lassen. Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden

◆

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2	Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5	„
3.	für jede Lichtdrucktafel	9	„
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2	„
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3	„
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr .	2	„
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35	„
8.	für jeden Umschlag	1,5	„
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	8,—	Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

Beiträge zur allgemeinen Botanik, herausgegeben von **Geh. Regierungsrat Prof. Dr. G. Haberlandt,** Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität Berlin. Mit zahlreichen Tafeln und Textabbildungen. I. Band Geheftet 56 Mk.

Inhalt:

Bannert, O. *Ueber den Geotropismus einiger Infloreszenzachsen und Blütenstiele. Mit 4 Textfiguren.*

Haberlandt, G. *Das Pflanzenphysiologische Institut der Universität Berlin. Zur Einführung. — Die Pilzdurchlasszellen der Rhizoiden des Prothalliums von Lycopodium Selago. Mit Tafel VI. — Mikroskopische Untersuchungen über Zellwandverdauung. Mit Tafel XIII.*

Hagen, F. *Zur Physiologie des Spaltöffnungsapparates.*

Häuser, R. *Untersuchungen an Makrogametophyten von Piperaceen. Mit 39 Textfiguren.*

Lamprecht, W. *Ueber die Kultur und Transplantation kleiner Blattstückchen. Mit 6 Textfiguren.*

Neumann-Reichardt, E. *Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Wasserspalten. Mit Tafel VII—XII.*

Otto, H. *Untersuchungen über die Auflösung von Zellulosen und Zellwänden durch Pilze. Mit Tafel V.*

Rasch, W. *Ueber den anatomischen Bau der Wurzelhaube einiger Glumifloren und seine Beziehungen zur Beschaffenheit des Bodens. Mit Tafel II und III.*

Wendel, E. *Zur physiologischen Anatomie der Wurzelknöllchen einiger Leguminosen. Mit Tafel IV und 7 Textfiguren.*

Windel, E. *Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes in wachsenden Haaren. Mit Tafel I und 11 Textfiguren.*

Zollikofer, Cl. *Ueber die Endigung der Harzgänge in den Blättern einiger Pinus-Arten. Mit 13 Textfiguren. — Ueber das geotropische Verhalten entstärkter Keimstengel und den Abbau der Stärke in Gramineen-Koleoptilen. — Ueber die Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität. Mit 18 Textfiguren.*

Die „Beiträge zur Allgemeinen Botanik“ erscheinen in zwanglosen Heften, von denen 3—5 einen Band von etwa 35 Druckbogen bilden. Die Hefte werden den Abonnenten der „Beiträge“ zu einem Vorzugspreise geliefert. Nach Abschluß eines Bandes wird der Preis für denselben erhöht.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei

BAND XXXVI. JAHRGANG 1918.

BERICHTE
DER
DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

SECHSUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

II. GENERALVERSAMMLUNGS-HEFT.
(SCHLUSSHEFT.)

AUSGEGEBEN AM 30. SEPTEMBER 1919.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER
W 35 Schöneberger Ufer 12a

MISSOURI BOTANICAL GARDEN LIBRARY
RECEIVED
[illegible] 3 1920

Es wird dringend gebeten, die veränderten Bestimmungen auf der dritten Umschlagsseite zu beachten.

Inhaltsangabe zum 2. Generalversammlungs-Heft.

Nachrufe.

Paul Kuckuck. Von R. Pilger . . . . (63)

Max Munk. Von H. Schroeder . . . . (71)

Emil Koehne. Von H. Harms. (Mit einem Bildnis im Text.) (73)

Georg Klebs. 1857—1918. Von Ernst Küster. (Mit Bildnis.) . . . . (90)

Carl Kraus. Von L. Kiessling . . . . (117)

Friedrich Thomas. Von H. Harms. (Mit einem Bildnis im Text.) . . . . (122)

Victor Engler. Von Hubert Winkler . . . . (137)

Verzeichnis der Pflanzennamen (einschließlich einiger Tiernamen) . . . . (139)

Mitgliederliste . . . . (162)

Register . . . . (195)

Nachrufe.

Paul Kuckuck.

Von

R. PILGER.

ERNST HERMANN PAUL KUCKUCK wurde am 24. Mai 1866 in Petricken bei Seckenburg, Kreis Labiau, in Ostpreußen als Sohn des Regierungs- und Baurates HERMANN KUCKUCK geboren. Er verlor seinen Vater schon im Jahre 1878. Bis Ostern 1879 besuchte er das Friedrichs-Gymnasium in Gumbinnen, dann bis Michaelis 1885 die Kgl. Landesschule Pforta.

Von Michaelis 1885 bis Ostern 1888 studierte KUCKUCK Naturwissenschaften und Medizin und ging dann April 1888 als Assistent und Mitarbeiter an dem von Prof. JOH. REINKE herausgegebenen „Atlas Deutscher Meeresalgen“ an das Botanische Institut in Kiel. Bei der Mitarbeit an diesem Werke bewies er schon sein ausgesprochenes Talent im Entwerfen mikroskopischer Zeichnungen, das auch in seinen späteren Arbeiten überall hervortritt; an Sachlichkeit, Schärfe und Genauigkeit sind seine Zeichnungen unübertrefflich. Im Atlas deutscher Meeresalgen zeichnete er besonders die Tafeln der Phaeosporeen. REINKE selbst bemerkt in der Einleitung zum Atlas: Die Abbildungen dürften allen billigen Ansprüchen genügen. Sie sind mit großer Sorgfalt von zwei Botanikern, Herrn Dr. F. SCHÜTT und Herrn P. KUCKUCK ausgeführt und jede Tafel ist daher nicht nur als das Werk eines Zeichners, sondern als die wissenschaftliche Arbeit eines Fachmannes anzusehen.“ Zeichnungen von KUCKUCK sind auch in OLTMANNS’ großem Werke über die Morphologie und Biologie der Algen verwertet.

In Kiel vollendete KUCKUCK an der dortigen Universität zugleich seine Studien und unterzog sich im Juli 1891 der Staatsprüfung für das höhere Lehrfach. Im Sommer 1892 promovierte er magna cum laude zum Doctor phil. mit der Dissertation: Beiträge zur Kenntnis einiger *Ectocarpus*-Arten der Kieler Föhrde, die die Systematik, Morphologie und Fortpflanzung dieser Arten behandelt. Mit dem Eindringen in das Studium der intrikaten Gattung hatte er sich auf das Gebiet begeben, dem von nun an der Hauptteil seiner wissenschaftlichen Tätigkeit gewidmet war; in vielen einzelnen Arbeiten bringt er fernerhin bedeutende Beiträge zur Kenntnis der Phaeosporeen. Leider war es ihm nicht vergönnt, das Werk zu vollenden, in dem diese Studien zu einem abgerundeten Bilde zusammengefaßt werden sollten, was um so mehr zu bedauern ist, als gerade in der Gruppe der Phaeosporeen die Systematik, insbesondere der phylogenetische Zusammenhang der einfacher gebauten Formen sehr der Aufklärung bedarf. Es ist zu hoffen, daß das Werk von anderer Hand zu Ende geführt werden wird und daß so KUCKUCKs langjährige Arbeit der Wissenschaft nicht verloren geht.

Als im Jahre 1890 Helgoland zum deutschen Reiche kam, wurde alsbald die Errichtung einer deutschen zoologischen Meeresstation auf Helgoland vom preußischen Kultusministerium ins Auge gefaßt und von wissenschaftlicher Seite lebhaft befürwortet, vor allem von der Kgl. Preußischen Akadamie der Wissenschaften. Dabei verlangte PRINGSHEIM mit Entschiedenheit auch eine besondere Berücksichtigung botanischer Forschungen in der neuen Station, weil der Felsen von Helgoland und seine nächste Umgebung die einzige Stelle in den deutschen Meeren mit einer wohlentwickelten und vielgestaltigen Algenflora ist. So wurde an der Anstalt neben einer zoologischen und einer fischereibiologischen auch eine botanische Abteilung errichtet, für die auf Empfehlung von Prof. REINKE KUCKUCK als Assistent im September 1892 nach Helgoland berufen wurde. April 1897 wurde er etatsmäßiger Assistent und April 1898 Kustos und Leiter der Botanischen Abteilung. Im Februar 1906 wurde ihm das Prädikat Professor verliehen.

Mit der Berufung nach Helgoland war es KUCKUCK vergönnt, eine Tätigkeit entfalten zu können, die seinen Neigungen und Fähigkeiten auf das glücklichste entsprach. Vielfach hatten schon früher Botaniker zu Studienzwecken kürzere oder längere Zeit auf dem Eiland geweilt, aber das Material, das Helgolands reiche Algenflora für die Lösung algologischer Probleme darbot, konnte von ihnen auch nicht annähernd erschöpft werden. KUCKUCK konnte nicht nur eine Reihe bisher unbekannter interessanter Formen bei Helgoland feststellen, wichtiger war es, daß die Möglichkeit dauernder Beobachtung der Algenflora an Ort und Stelle ihm gestattete, die Ökologie der Arten und ihr Zusammenleben im Wechsel der Jahreszeiten zu studieren. Mit ausdauernder, geradezu liebevoller Beobachtung verfolgte er die Entwickelung und Fortpflanzung einzelner Arten im Freien und in der Kultur im Laboratorium der Anstalt. Eigentlich systematische Studien unter Benutzung von Herbarmaterial und systematischer Literatur lagen KUCKUCK ferner, auch an der Bearbeitung größerer exotischer Algensammlungen hat er sich kaum beteiligt; die systematische Darstellung der Phaeosporeen hat er, wie schon erwähnt, nicht mehr vollendet. Sein kritischer Sinn und die tiefgehende Gründlichkeit, mit der er sich dem Studium einzelner Fragen hingab, bewirkten, daß er an seine eigenen Arbeiten einen hohen Maßstab anlegte; er entschloß sich schwer, diese abzuschließen und zum Druck zu geben; immer und immer wieder prüfte er Einzelheiten nach und legte sie in Zeichnungen nieder. Dabei hat er in seinen Arbeiten vielfach Berührung mit Fragen von allgemeiner und prinzipieller Bedeutung gesucht. So stellt er in seinen Untersuchungen über den Bau und die Fortpflanzung von *Halicystis* und *Valonia* in *Halicystis* ein typisches Beispiel für einen einzelligen polyergiden Pflanzenorganismus dar. Schon in seiner Studie über *Pogotrichum* beschrieb er die Prosporie, die vorzeitige Fertilisierung der jungen Pflanze und hat dann in späteren Arbeiten, so über die von ihm bei Helgoland entdeckte *Platoma Bairdii*, diesen Vorgang in Beziehung zum Generationswechsel gebracht, den er in rein morphologischem Sinn für die Algen verstanden wissen wollte. Auch in einem Referat über die *Scinaia*-Arbeit von SVEDELIUS (in Engl. Bot. Jahrb. 1916) führt er aus, daß man mit dem nur auf die Chromosomenzahl basierten Generationswechsel in die Brüche kommt; ebenso geht er in seiner letzten Arbeit 1917, in der er die überraschende Entdeckung SAUVAGEAUs von einer geschlechtlichen Zwerggeneration bei den Laminariaceen bestätigt und durch weitere Untersuchungen vervollständigt, auf die Beziehung zu den Verhältnissen bei *Pogotrichum* und auf seine Auffassung des Generationswechsels zurück.

Die Ergebnisse seiner wissenschaftlichen Forschung in Helgoland sind im wesentlichen niedergelegt in den „Bemerkungen zur marinen Algenvegetation von Helgoland“ und in den „Beiträgen zur Kenntnis der Meeresalgen“ 1—13, in den Wissensch. Meeresunters., herausgegeben von der Komm. zur Unters. der deutschen Meere in Kiel und der Biolog. Anst. auf Helgoland, Neue Folge.

Eine Anzahl von Reisen ermöglichte es KUCKUCK, die Algenvegetation auch anderer Meere kennen zu lernen. Februar und März 1894, April und Mai 1895, Dezember und Januar 1896/1897, Oktober und November 1899, März 1904 weilte er an der zoologischen Station des Berliner Aquariums in Rovigno (Istrien), um dort vergleichende Studien über die Lebensbedingungen der Meeresalgen zu machen. Er brachte von dort aus, wie auch von seinen anderen Reisen, reiches Material für das Herbar der Helgoländer Anstalt zurück, ebenso sind eine Anzahl kleinerer Arbeiten (über *Chrysymenia*, über die *Tilopterideen* etc.) die Frucht seines Aufenthaltes in Rovigno. Im Herbst 1899 bereiste er von Rovigno aus Dalmatien und Montenegro. Von Anfang März bis Ende Juni 1901 machte er eine größere Studienreise nach Marokko (Tanger, Arzild, El Arisch). Sein Hauptaugenmerk richtete er bei dieser Reise auf die bisher wenig bekannte kleine Phaeosporee *Nemoderma tingitana*, über die er eine eingehende Studie mit zahlreichen Abbildungen in den „Beiträgen“ veröffentlichte, in der er auch auf den Rythmus in der Bildung der Fortpflanzungsorgane nach den Gezeiten hinwies. Im Juni 1904 machte er algologische Studien auf Jersey und im Meereslaboratorium von Tahitou bei St. Vaast-la-Hogue in der Normandie; Juni 1910 weilte er in England und Irland, um Material für seine Monographie der Phaeosporeen zu sammeln.

In populärer Schriftstellerei hat sich KUCKUCK auch auf weiteren Gebieten als dem begrenzten seiner Forscherarbeit betätigt. Er lieferte kleinere Feuilletons für verschiedene Zeitschriften und illustrierte Journale unter dem Namen PAUL HERMANN. 1905 gab er einen kleinen populären Atlas: „Der Strandwanderer“ heraus, mit 24 Tafeln Strandpflanzen, Meeresalgen und Meerestieren nach Aquarellen, die von J. BRAUNE nach dem Leben gemalt worden waren, und 1908 den „Nordseelotsen“, ein „lehrreiches und lustiges Vademekum für Helgoländer Badegäste“, in dem der Inhalt lexikonartig nach Stichworten alphabetisch geordnet ist und über alle Fragen, die den Besucher der Nordsee interessieren, in launiger und ernster Weise Belehrung geboten wird.

Mit seiner wissenschaftlichen Forschung stand KUCKUCKs amtliche Tätigkeit an der Biologischen Anstalt in engem Zusammenhang. Ausführliche Mitteilung über diese verdanke ich der Freundlichkeit des Direktors der Anstalt, Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. HEINCKE. KUCKUCK betätigte sich in hervorragender Weise bei der Anlegung und Vermehrung der botanischen Sammlungen der Anstalt und ihrer botanischen Bibliothek. Die einzelnen Sammlungen sind folgende: 1) Das Helgoländer Algenherbarium. Aus kleinen Anfängen (Material von GÄTKE, WOLLNY, REINKE und REINBOLD) durch KUCKUCK zu bedeutendem Umfang gebracht, enthält es alle bei Helgoland vorkommenden Meeresalgen in den verschiedenen Entwickelungsstadien und Wachstumsformen. 2) Das deutsche Algenherbarium. Es umfaßt die Algen der Ostsee und Nordsee; die der letzteren sind meist von KUCKUCK selbst gesammelt. 3) Das allgemeine Algenherbarium. 4) Eine Sammlung von Corallinaceen und anderen krustenförmigen Algen. 5) Das Helgoländer Phanerogamenherbarium. Hervorgegangen aus Sammlungen von BRODY und GÄTKE, wurde es unter KUCKUCK durch eigenes Sammeln und Zuwendungen von verschiedener Seite beträchtlich vermehrt. 1899 wurde es von Prof. ASCHERSON kritisch durchgesehen. 6) Das Phanerogamen-Herbarium der friesischen Inseln, von KUCKUCK auf seinen Exkursionen angelegt. 7) Das Flechtenherbarium von Helgoland, von H. SANDSTEDE in Zwischenahn gesammelt und geordnet. An diese Herbarien schließen sich von KUCKUCK allein angelegte Sammlungen in Formalin und Alkohol konservierter Algen, sowie tausende von mikroskopischen Präparaten an.

Die botanische Bibliothek der Anstalt ist von KUCKUCK mit besonderer Liebe eingerichtet und gepflegt worden und trotz sehr geringer Geldmittel von einem durch wertvolle Geschenke (u. a. der Erben PRINGSHEIMs) geschaffenen Grundstock aus vornehmlich durch Tausch zu wesentlichem Umfange gebracht worden. KUCKUCK pflegte die zahlreichen Sonderabdrücke algologischer Arbeiten, die ihm persönlich im Tausch gegen seine eigenen Abhandlungen zugingen, fast ausnahmslos in die Anstaltsbibliothek einzureihen.

Im Jahre 1902 übernahm KUCKUCK auch die meteorologischen und hydrographischen Untersuchungen an der biologischen Anstalt.

Eine Lieblings-Schöpfung KUCKUCKs war der botanische Versuchsgarten auf Helgoland. Er wurde von KUCKUCK zuerst aus privaten Mitteln als kleine Anlage auf dem Gelände seiner Privatwohnung auf dem Oberlande in den Jahren 1904—08 geschaffen, in der Absicht, die Eingewöhnung festländischer, namentlich subtropischer Gewächse in dem milden Inselklima auf Helgoland sowie die Einwirkung der Seewinde auf die Vegetation zu studieren. Diese erste Anlage wurde im Jahre 1910 nach dem vom Preußischen Fiskus zur Verfügung gestellten Gelände der sog. Sapskuhle auf dem Oberlande verlegt und hier in den Jahren 1911 bis 1913 teils aus Staatsmitteln, teils durch Zuwendungen interessierter Freunde der Biologischen Anstalt, in einen schönen und großen Garten verwandelt, der jetzt nicht nur botanischen Untersuchungen, sondern auch als Ruhestätte der Wandervögel den ornithologischen Beobachtungen der Vogelwarte Helgoland dienen sollte. Der Garten, der später auch dem Publikum zugänglich gemacht werden sollte, war im Frühjahr 1914 nach langer mühsamer Arbeit endlich soweit vollendet, daß er versprach, als eine Zierde Helgolands und der Biologischen Anstalt sich dem Nordseemuseum und dem Schauaquarium würdig anzureihen. Der Ausbruch des Krieges hat wegen zeitweiser Benutzung des Gartens für militärische Zwecke, die leider zu einer fast völligen Zerstörung des Pflanzenbestandes führte, diese Aussicht vorläufig zerstört.

Vielen Fachgenossen, die auf Helgoland algologische Fragen studierten und die Arbeitsplätze der Anstalt benützten, hat KUCKUCK hilfreich zur Seite gestanden und sich besonders für die Beschaffung des nötigen Materials bemüht, vielen jungen Botanikern hat er auf Helgoland die ersten Kenntnisse vom Pfanzenleben des Meeres in anregender Weise vermittelt. So werden auch den Schülern ASCHERSONs, die mit ihm und GRAEBNER auf der Sommerexkursion Helgoland des öfteren besuchten, die Tage auf der Insel, an denen sie sich der Führung KUCKUCKs erfreuen durften, unvergeßlich bleiben. Im Kreis der Gelehrten, die sich jedes Jahr auf Helgoland zur Sommerszeit zusammenfanden, war KUCKUCK eine stets gern gesehene Persönlichkeit; seine vielseitigen Interessen gingen weit über sein Fachgebiet hinaus. Eine leichte Liebenswürdigkeit war ihm nach seiner Wesensart nicht gegeben; er war oft nicht bequem in der hartnäckigen Verteidigung dessen, was er für gut und richtig fand, aber seine Freunde wußten seine ehrliche und offene Art zu schätzen. Sie werden auch gern der Stunden gedenken, die sie in seinem gemütlichen Heim in dem Häuschen oben am Falm verleben durften, an das sich der für die Helgoländer Verhältnisse umfangreiche Garten schloß, in dem er seine ersten Akklimatisationsversuche ausländischer Gewächse anstellte.

Der Ausbruch des Krieges, der die Räumung der Insel von der Zivilbevölkerung mit sich brachte, setzte auch den Arbeiten der Biologischen Anstalt auf Helgoland ein Ziel. KUCKUCK siedelte mit seiner Familie nach Berlin-Lichterfelde über. Hier benutzte er als Gast des botanischen Museums in Dahlem die unfreiwillige Muße, die ihm die Unterbrechung seiner amtlichen Tätigkeit auferlegte, besonders dazu, seine große Phaeosporeenarbeit zu fördern, deren Vollendung ihm, wie erwähnt, nicht beschieden war. Daneben gab er sich der Anregung des geistigen und politischen Lebens Berlins hin, die er doch in Helgoland in vieler Beziehung hatte entbehren müssen. In tiefer Anteilnahme am Geschick seines Vaterlandes und in ernster Sorge um seine zukünftige Größe und Sicherheit beteiligte er sich lebhaft an der Verbreitung alldeutscher Gedanken, wobei ihm eine gewisse heftige und leidenschaftliche Einseitigkeit nicht fremd war, wenn er Ansichten begegnete, die den seinen nicht entsprachen und die ihm schädlich dünkten. Er sollte den Ausgang des Ringens, dem alle seine Gedanken galten, nicht mehr erleben. Eine Ohrenentzündung, an der er längere Zeit krankte und von der er sich fast geheilt glaubte, nahm plötzlich eine schlimme Wendung und setzte seinem Leben am 7. Mai 1918 ein Ziel.

Liste der Veröffentlichungen.

1891. Beiträge zur Kenntnis einiger *Ectocarpus*-Arten der Kieler Föhrde. Inaug. Diss. Kiel. (Bot. Centralbl. XLVIII, 1—6, 33—41, 65—71, 97—104, 129—141. 6 Textfig.)

1892. *Ectocarpus siliculosus* Dillw. sp. f. *varians* n. f, ein Beispiel für außerordentliche Schwankungen der plurilokulären Sporangienform. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. X, 256—258, T. 13).

1894. *Choreocolax albus* n. sp., ein echter Schmarotzer unter den Florideen. (Sitz.-Ber. Kgl. Pr. Akad. Wissensch. XXXVIII, 983—987, T. 6).

Bemerkungen zur marinen Algenvegetation von Helgoland. (Wissensch. Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. I, 223—264, 29 Textfig.).

1895. Über die Schwärmsporenbildung bei den Tilopterideen und über *Choristocarpus tenellus* (Kütz.) Zan. (Jahrb. Wissensch. Bot. XXVIII, 290—322. T. 4).

— Über einige neue Phaeosporeen der westlichen Ostsee. (Bot. Zeit. LIII, 175—188, T. 6—7).

1897. Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen. 1. Über *Rhododermis parasitica* Batters. 2. Über *Rhodochorton membranaceum* Magnus, eine chitinbewohnende Alge. 7 Textfig. 3. Die Gattung *Mikrosyphar* Kuckuck. 4. Über zwei höhlenbewohnende Phaeosporeen. 2 Textfig. (Wissensch. Meeresunters. etc. Neue Folge. II, 329—370, T. 7—13).

Bemerkungen zur marinen Algenvegetation von Helgoland. II. (Wissenschaftl. Meeresunters. etc. Neue Folge. II. Heft 1, 371—400. 21 Textfiguren).

— Meeresalgen vom Sermitdlet- und kleinen Karajakfjord. (VANHÖFFEN, C., Botan. Ergebn. der von der Ges. für Erdkunde zu Berlin unter Leitung Dr. VON DRYGALSKIs ausgesandten Grönlandexpedition, nach Dr. VANHÖFFENs Sammlungen bearbeitet. Bibl. Bot. XLII, 28—89).

— Über marine Vegetationsbilder. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. XV, 441 bis 447, T. 21).

1898. Über die Paarung von Schwärmsporen bei *Scytosiphon*. Vorl. Mitt. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. XVI, 35—37).

1899. Über Polymorphie bei einigen Phaeosporeen. (Festschrift für SCHWENDENER. 357—384, T. 13. 12 Textfig.).

— Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen. 5. Ein neuer *Asperococcus* mit beiderlei Sporangien. 4 Textfig. 6. Die Gattung *Myriotrichia* Harvey. 21 Textfig. 7. Über den *Ectocarpus investiens* der Autoren. 5 Textfig.

8. *Compsonema*, ein neues Genus der Phaeosporeen. 9. Über den Generationswechsel von *Cutleria multifida* (ENGL. Bot.) Grev. 15 Textfig. (Wissensch. Meeresunters. etc. Neue Folge. III, Abt. Helgoland. 13—82, T. 2—8).

1900. Über Algenkulturen im freien Meere. (Wissensch. Meeresunters. etc. Neue Folge. IV., Abt. Helgoland. 83—90).

1902. Zur Fortpflanzung von *Valonia* Gin. Vorl. Mitt. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. XX, 355—357).

1904. Bericht über eine botanische Reise nach Marokko. (Wissensch. Meeresunters. etc. Neue Folge. V., Abt. Helgoland. Heft 2, 107—116, 5 Textfig.).

1905. Der Strandwanderer. Die wichtigsten Strandpflanzen, Meeresalgen und Seetiere der Nord- und Ostsee. München. J. F. LEHMANNs Verlag.

1907. Abhandlungen über Meeresalgen. 1. Über den Bau und die Fortpflanzung von *Halicystis* Areschoug und *Valonia* Ginnani. (Bot. Zeit. LXV, 139—185, T. 3—4, 25 Textfig.).

1908. Der Nordseelotse. Lehrreiches und lustiges Vademekum für Helgoländer Badegäste und Besucher der Nordsee. Hamburg. OTTO MEINNERS Verlag. 239 S.

1912. Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen. 10. Neue Untersuchungen über *Nemoderma* Schousboe. 18 Textfig. 11 Die Fortpflanzung der Phaeosporeen. 4 Textfig. 12. Über *Platoma Bairdii* (Farl.) Kck. 17 Textfig. 13. Untersuchungen über *Chrysymenia*. 7 Textfig. (Wissensch. Meeresunters. etc. Neue Folge. V., Abt. Helgoland. 117—228, T. 4—13).

1917. Über Zwerggenerationen bei *Pogotrichum* und über die Fortpflanzung von *Laminaria*. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXXV, 557—578).

Max Munk.

Von

H. SCHROEDER.

Am ersten Juli 1918 ist Dr. MAX MUNK, Assistent am botanischen Institut der Universität Kiel, in einem Feldlazarett zu Bussy bei Noyon einer, durch langen Aufenthalt in feuchten Schützengräben verursachten Nierenentzündung erlegen.

MAX MUNK wurde den 10. Februar 1888 zu Jux, Bezirk Backnang, in Württemberg, als Sohn des Hauptlehrers MUNK geboren. Er studierte in Heidelberg, wo er — bei KLEBS — promovierte und sein Staatsexamen (Oberlehrer) ablegte. Nachdem er sich dann in Freiburg und in Leipzig weitergebildet hatte, übernahm er Ostern 1914 die Assistentenstelle am Kieler botanischen Institut.

August 1914 folgte MUNK dem Rufe zur Fahne. Er nahm zuerst an schweren Kämpfen in den Vogesen teil, stand danach längere Zeit in der Gegend von Verdun bis ihm am 20. März 1916 bei einem siegreichen Sturmangriff auf Avoncourt ein Granatsplitter Rücken, Lunge und einige Rippen durchschlug. Sein Leben hing damals an einem Faden und ein volles Jahr Lazarettbehandlung war notwendig, um ihn einigermaßen wiederherzustellen; einigermaßen, denn zunächst beschränkte sich die Verwendungsfähigkeit auf den Ersatztruppenteil. Erst im März 1918 ging der Wunsch MUNKs nach Rückkehr zur Front in Erfüllung. Bei dem nunmehrigen Kompagnieführer in Nordfrankreich machten sich bald Beschwerden geltend, die MUNK seiner alten Wunde zuschrieb, die in Wahrheit die ersten Anzeichen der in Gräben und Unterständen sumpfiger Niederungen erworbenen Krankheit waren. Trotz zunehmenden Leidens hielt MUNK aus, weil, wie er schrieb, der Offizier auf seinem Posten bleiben müsse bis . . . . .! Getreu diesen Worten hoffte er, als er an der Spitze seiner Kompagnie in unermüdlicher Wachsamkeit den gefährdetsten Teil des Bataillonsabschnittes behütete, sich bis zur Ablösung aufrecht erhalten zu können. Es war unmöglich, am 28. Juni mußte er sich krank melden und — zu spät — das Lazarett aufsuchen. Drei Tage später hat er sein treues Ausharren mit dem Tode besiegelt. Das eiserne Kreuz erster Klasse, das ihm zugedacht war, hat ihn nicht mehr erreicht.

Die Arbeiten MUNKs bewegen sich in den von seinem, uns wenige Wochen später entrissenen, Lehrer KLEBS vorgezeichneten Bahnen. Der Krieg und sein früher Tod haben ihn verhindert als selbständiger Forscher vor die Oeffentlichkeit zu treten. Sind es so in der Hauptsache Hoffnungen, die wir mit MUNK, wie mit so manchem jugendlichen Schicksalsgenossen, zu Grabe getragen haben, so wird doch jeder, der MUNK in seiner Begeisterung für das erwählte Fach gekannt hat, mit mir wissen, daß sie berechtigt und begründet waren. Selbst den nicht immer erfreulichen Arbeiten eines Assistenten unterzog sich MUNK jederzeit mit liebenswürdigem Eifer und gewissenhaftem Fleiße.

MAX MUNK war eine glücklich veranlagte Natur. Warme Herzlichkeit und eine offene Geradheit, die Hintergedanken weder hegte noch suchte, gewannen ihm in jedem Kreise und in jeder Altersstufe rasch Freunde. Es waren nur wenige Wochen, die ich im Sommer 1914 mit ihm arbeitete und unser Schriftwechsel während der Kriegsjahre, während deren wir zeitweise beide im Felde standen, war naturgemäß nicht sehr lebhaft, trotzdem hatte ich, als ich aus dem Munde von KLEBS die Trauernachricht vernahm, das Gefühl einen langjährigen, jüngeren Genossen verloren zu haben. So wird es allen ergangen sein, die ihn näher gekannt haben; sie werden ihn, wie ich, nimmer vergessen.

Veröffentlichungen von Max Munk:

Bedingungen der Hexenringbildung bei Schimmelpilzen. (Centralblatt f. Bakteriologie etc. II Abteilg. Bd. 32, 1912.)

Über die Bedingungen der Coremienbildung bei *Penicillium*. (Mycolog. Centralblatt Bd. I, 1912.)

Theoretische Betrachtungen über die Ursachen der Periodicität, daran anschließend weitere Untersuchungen über die Hexenringbildung bei Schimmelpilzen. (Biolog. Centralblatt Bd. 36, 1914.)

Emil Koehne.

Von

H. HARMS.

(Mit einem Bildnis im Text.)

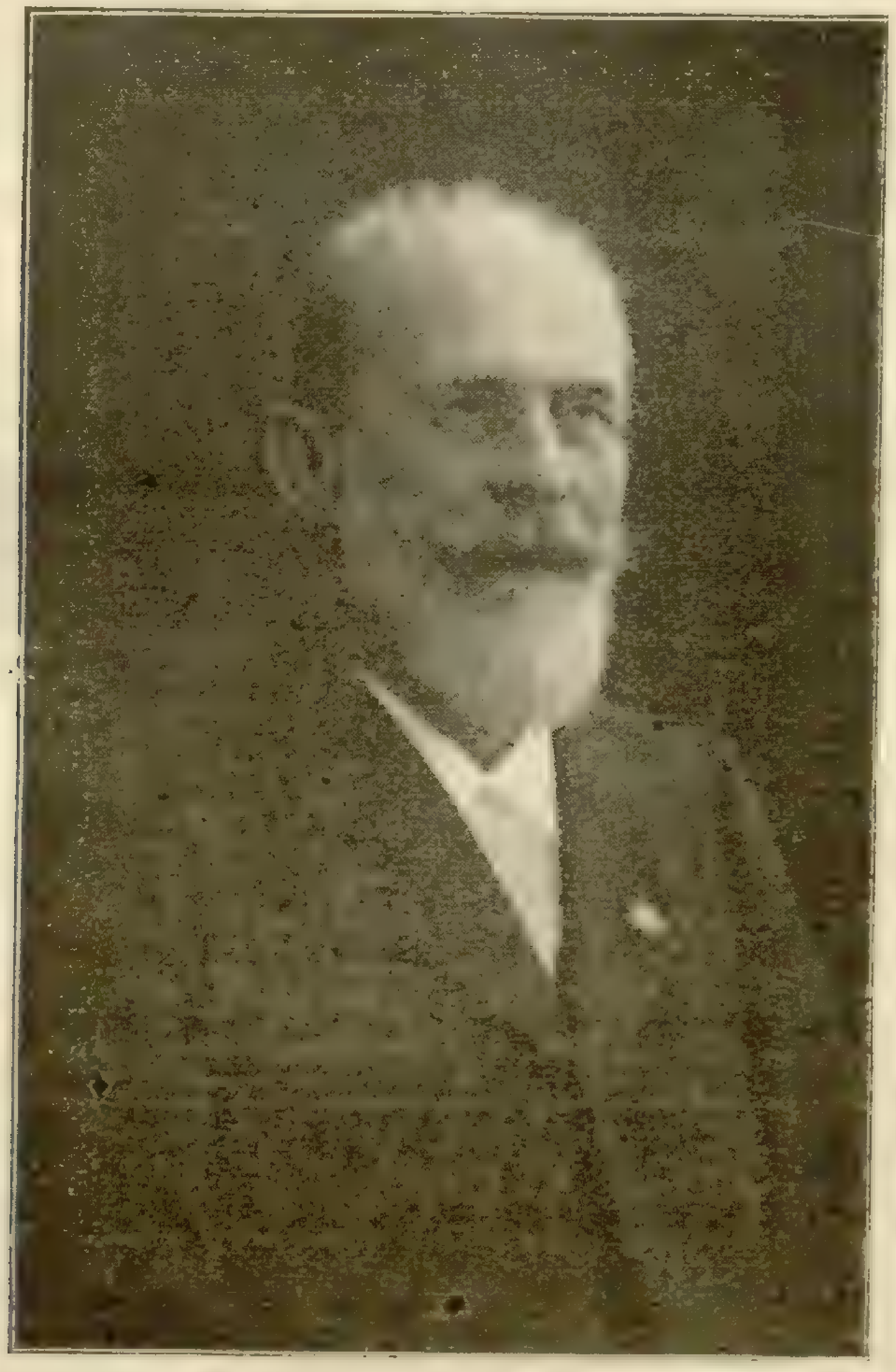
BERNHARD ADALBERT EMIL KOEHNE[1]) wurde am 12. Februar 1848 zu Sasterhausen bei Striegau (Schlesien) von evangelischen Eltern geboren. Sein Vater, WILHELM K., von Beruf Landwirt, war viele Jahre hindurch Gutspächter von Hohenschönhausen bei Berlin und später in gleicher Eigenschaft in der Priegnitz tätig. Längere Zeit vertrat er als freikonservativer Abgeordneter die West- und Ostpriegnitz. Er starb im Alter von 73 Jahren am 9. August 1893 zu Berlin. Die Mutter, BERTHA K., geborene PRÖMMEL, ging ihm schon am 25. Juni 1890 zu Berlin im Tode voraus. Unser K. besaß 3 Geschwister, die alle drei vor ihm starben. Der älteste Bruder, WILHELM K., der sich dem Baufach gewidmet hatte, starb im Mai 1912; die Schwester, Frau ANNA JUNGCK, starb als Witwe im November 1917 zu Berlin-Pankow; der jüngere Bruder, REINHARD K. (geboren am 10. Januar 1854), hatte Medizin studiert und starb während des Krieges in Ausübung seines Berufes als Stabsarzt zu Brüssel im April 1917.

E. K. besuchte von Neujahr 1858 bis Herbst 1865 das Kgl. Französische Gymnasium zu Berlin unter dem Direktor L'HARDY. Vom Jahre 1865 an studierte er an der Berliner Universität anfangs zwei Jahre Mathematik, später Naturwissenschaften und besonders Botanik; unter der Leitung von L. KNY begann er seine mikroskopischen Übungen. Am 26. Juli 1869 erwarb er sich in Berlin den Doktorgrad mit einer Dissertation über die Blütenentwickelung bei den Compositen (1). Unter den Thesen ist besonders bemerkenswert die Ansicht, daß der Pappus der Compo-

---

1) Der Witwe, Frau Prof. C. KOEHNE, sowie dem langjährigen treuen Freunde des Verstorbenen, Herrn Geheim. Rat Prof. Dr. I. URBAN, spreche ich auch an dieser Stelle für wertvolle biographische Angaben besten Dank aus. Von großem Nutzen war mir auch die kurze Lebensskizze, die K. selbst 1896 für MOELLERs D. Gärtnerzeitg. XI. Nr. 26, S. 306 307, geschrieben hat (mit Bildnis). Vergl. außerdem I. URBAN, Fl. Brasil. I. 1. 1906, S. 181. — Die im Text gelegentlich beigefügten Zahlen beziehen sich auf das unten folgende Schriftenverzeichnis.

sitenblüte als Anhangsgebilde eines typisch vorhandenen, aber der Regel nach ganz unterdrückten Kelches anzusehen sei. Die Opponenten waren drei namhafte Forscher, von denen zwei (MAX KUHN, 3. September 1842 bis 16. Dezember 1894, besonders bekannt durch seine Arbeiten über Farne, vergl. P. ASCHERSON in Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. XIII. 1895, S. (43—47); PAUL ROHRBACH,



E. Koehne.

9. Juni 1847 bis 6. Juni 1871, der Monograph der Gattung *Silene*, vergl. Gedenkblatt in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg XII. 1870 u. XIII. 1871, S. XII) bereits vor längerer Zeit das Zeitliche segneten, während HERMANN VÖCHTING, der hochgeschätzte Physiologe und Morphologe, erst am 24. November 1917 gestorben ist.

Vom 1. April 1869 bis 31. März 1870 genügte E. K. seiner Militärpflicht beim Kaiser-Alexander-Garde-Grenadier-Regiment Nr. 1 zu Berlin. Er folgte dann dem Rufe des Vaterlandes und nahm als Vizefeldwebel beim Alexander-Regiment an der Schlacht bei Gravelotte vom 18. August 1870 teil, wobei er sich für sein Verhalten vor dem Feinde das Eiserne Kreuz erwarb. Beim Handgemenge wurde er durch 6 Schüsse getroffen, von denen die meisten keine bedenklichen Folgen verursachten. An einem Schulterschusse hatte er jedoch viele Wochen zu leiden, bis zunächst Heilung eintrat; indessen mußten 13 Jahre später eine Anzahl Knochensplitter entfernt werden, und erst von da an waren alle Folgen der Verletzung überwunden. Gelegentlich der 25-Jahr-Feier der Schlacht hat er in der Schule eine packende Schilderung seiner Erlebnisse gegeben. Er gehörte dem Krieger- und Landwehr-Verein zu Berlin-Friedenau an, der ihm bei der Einäscherung die letzten Ehren erwies.

Im Jahre 1872 bestand er das Examen pro facultate docendi und war von Ostern 1872 ab an der Friedrich-Werderschen Gewerbeschule und seit Michaelis 1880 am neugegründeten Falk-Realgymnasium zu Berlin im Lehrfache tätig. Im Jahre 1891 wurde ihm der Professortitel verliehen. Aus seiner Ehe mit CONRADINE PRÖMMEL, seiner Cousine, die er am 10. Juli 1874 heimführte, sind ihm drei Kinder entsprossen, von denen die älteste Tochter, MARIA, bereits im jugendlichen Alter von 13 Jahren starb; es überleben ihn eine Tochter, HELENE, die vom Vater das Mal- und Zeichentalent geerbt hat, und ein Sohn, Dr. WERNER K., der gleich dem Vater Neigung für naturwissenschaftliche Studien besitzt, z. Zt. als Geologe im Ministerium für öffentliche Arbeiten (Abt. Landesanstalt für Gewässerkunde) zu Berlin angestellt ist und sich durch eine Reihe wissenschaftlicher Arbeiten einen geachteten Namen erworben hat.

Im Jahre 1913 ließ sich K. pensionieren, um völlig seinen wissenschaftlichen Arbeiten leben zu können. Leider jedoch waren die letzten Lebensjahre durch wiederholte langwierige Erkrankungen, die seine Schaffenskraft empfindlich lähmten, sehr getrübt, so daß es ihm nicht vergönnt war, die umfangreichen Aufgaben, die er noch in Aussicht genommen hatte, völlig zu Ende zu führen. Neben Ischias stellte sich später ein schweres Augenleiden und Arterienverkalkung mit Herzbeschwerden ein, gegen die er vergeblich in Heilanstalten Genesung suchte. Das Augenleiden war für ihn um so schmerzlicher, als es ihn an der Ausübung seiner hervorragenden Gabe des Zeichnens stark behinderte.

Eine letzte große Freude wurde ihm noch zu Teil, als er an seinem 70. Geburtstage (12. Februar 1918) in seiner Wohnung (Berlin-Friedenau, Wiesbadener Str. 84) die Glückwünsche unserer

Gesellschaft[1]), des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, der Direktion des Botanischen Gartens sowie zahlreicher Freunde und Verehrer bei verhältnismäßig günstigem Gesundheitszustande entgegennehmen konnte; diesen Tag der Ehre eines arbeitsreichen Lebens konnte er noch gut überstehen, und er dachte daran in den kommenden Wochen vermehrten Leidens wohl oftmals gerne zurück. Im Laufe des Sommers nahmen die Herzbeschwerden zu, mit denen Schwellungen des Körpers und der Glieder verknüpft waren, bis ihn am 12. Oktober 1918 ein sanfter Tod erlöste. In Berlin-Friedenau war er seit 34 Jahren, nämlich seit 1884 ansässig; hier bewohnte er jahrelang eine kleine Villa in der Kirchstraße, die er jedoch vor einigen Jahren verkaufte.

Als warmherziger Vaterlandsfreund und Kämpfer für die deutsche Einheit zeigte er stets das lebhafteste Interesse an den kriegerischen Ereignissen der letzten Jahre, deren wechselvolle Wendungen ihn tief innerlich bewegten; es war ein Glück für ihn, daß er den Zusammenbruch der militärischen Macht Deutschlands nicht mehr zu erleben brauchte.

Seinem verantwortungsvollen Berufe als Lehrer der Jugend in Mathematik und Naturwissenschaften widmete er sich mit treuer Hingabe. Den Unterricht durch klare Umrißzeichnungen an der Tafel belebend, verstand er es, die Beobachtungsgabe der Schüler anzuregen, indem er sie auf die feinsten Unterschiede in den Formen der Organismen hinwies. Auch durch schriftstellerische Arbeiten war er für die Förderung des Unterrichts tätig. Seit 1878 gab er die in mehreren Auflagen erschienenen Repetitionstafeln für den zoologischen Unterricht heraus, die sich noch jetzt hoher Wertschätzung als Lehrmittel erfreuen (20). Seine nach den preußischen Lehrplänen verfaßte Pflanzenkunde wurde an den höheren Lehranstalten nicht eingeführt (87); vielleicht ist sie für den Zweck zu reichhaltig, übrigens enthält sie zahlreiche von ihm selbst gezeichnete vortreffliche Abbildungen. Im übrigen hat er sich nur selten über Fragen des Unterrichts geäußert; das Schwergewicht seiner Tätigkeit beruhte zweifellos mehr auf der Gelehrtenarbeit als auf dem Unterricht, wenn er auch diesen stets mit vorbildlichem Pflichteifer erteilte und sogar noch nach seiner Pensionierung am Beginn des Krieges vorübergehend helfend einsprang.

---

1) Die ihm an dem Tage gewidmete Adresse ist in den Bericht. Deutsch. Bot. Gesellsch. XXXVI. Heft 2. 1918, S. 49 abgedruckt. Den Bericht über die Feier findet man in Verh. Bot. Ver. Provinz Brandenburg LX. (1918), S. 162.

Die Berufspflichten ließen ihm nur knapp bemessene Mußestunden; sie füllte er fast gänzlich mit unermüdlicher gediegener und gründlicher wissenschaftlicher Arbeit aus, die sich fast ausschließlich auf die Systematik der Phanerogamen beschränkte, wenn wir von einigen kleinen anatomischen, morphologischen und floristischen Arbeiten absehen.

Sein Freund P. ROHRBACH hatte die Bearbeitung der *Lythraceae* für die „Flora Brasiliensis“ übernommen; nach seinem Tode unterzog sich K. auf Anregung EICHLERs dieser Aufgabe, aus der ihm ein Studium dieser Familie für das ganze Leben erwuchs. In zahlreichen Arbeiten hat er einzelne Fragen aus der Morphologie und Systematik dieser Familie behandelt. Nach der Vollendung der Übersicht über die brasilianischen Lythraceen (1877; 13) gab er eine Monographie der ganzen Familie (1881—1886; 26). Von allen Seiten strömte ihm Material zur Bestimmung und Bearbeitung zu. Die Fülle des Stoffes nötigte ihn 1903 (99) zu einer zweiten Übersicht über die ganze Familie, und darauf folgten dann sogar noch zweimal Nachträge (1907, 1[illegible]3; 1908, 126). Fast alle von ihm je untersuchten Arten und Formen hat er selbst mit größter Sorgfalt gezeichnet, und diese Zeichnungen in seinem Atlas der Lythraceen vereinigt, einem bewundernswerten Denkmal rastlosen Forscherfleißes, das er gelegentlich in den Sitzungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg den Fachgenossen vorgeführt hat. Eine erhebliche Anzahl der Abbildungen hat in seinen Veröffentlichungen Verwendung gefunden. Die Fachgenossen widmeten ihm nicht weniger als drei neue Arten der Lythraceen (*Ammannia Koehnei* N. L. Britton, *Cuphea Koehneana* Rose, *Lagerstroemia Koehneana* K. Schum.; vergl. Pflanzenreich Heft 17, 1903, S. 51, 151, 266).

Seine Tätigkeit auf dendrologischem Gebiete begann er etwa im Jahre 1883 aus der Erkenntnis heraus, daß es nach den bis dahin vorhandenen deutschen Werken, die sich mit der Beschreibung der in Deutschland im Freien aushaltenden Bäume und Sträucher befassen, kaum möglich war, die bei uns vertretenen Arten der Holzgewächse einigermaßen sicher zu bestimmen. K. KOCHs viel benutzte umfangreiche Dendrologie war in den Jahren 1869—73 erschienen, so daß es an der Zeit war, ein Werk zu schaffen, das eine möglichst knappe Übersicht der in deutschen Gärten und Parks angebauten Holzgewächse bot, umsomehr, als inzwischen eine große Anzahl fremdländischer Zier- und Nutzgehölze bei uns Eingang gefunden hatten, die in KOCHs Werke noch nicht verzeichnet waren. K. legte zunächst ein möglichst vollständiges dendrologisches Herbar an, das seine Bestandteile vornehmlich dem

Kgl. Botanischen Garten zu Berlin und den reich beschickten Arboreten von L. SPÄTH und G. DIECK verdankte. Es wurde mit den Sammlungen des Kgl. Berliner Herbars verglichen und als Grundlage für weitere Forschungen über möglichst scharfe Unterscheidung der Gehölzarten benutzt. Diese Forschungen fanden ihren Abschluß in der „Deutschen Dendrologie" (1893; 51). Ungefähr gleichzeitig erschien damals L. DIPPELs Handbuch der Laubholzkunde[1]) 1889—1893 (3 Bände), das die Arten wesentlich ausführlicher beschreibt, während KOEHNEs Buch in erster Linie zur leichten Bestimmung der Gehölze dienen sollte und sich daher in den Beschreibungen auf das unbedingt nötige Maß beschränkt, auch die vielen Gartenformen mancher Arten größtenteils unberücksichtigt läßt. Einen empfehlenswerten Auszug aus KOEHNEs Werk, der aber nur die Laubhölzer berücksichtigt, verfaßte O. E. KUNZE (Kleine Laubholzkunde, Stuttgart 1899). — K. hat in einer großen Reihe kleinerer Arbeiten im Laufe dieser Jahre und noch mehr in späteren Jahren bis in die letzte Zeit die Ergebnisse seiner dendrologischen Studien mitgeteilt; diese Arbeiten erschienen anfangs vorzugsweise in der Gartenflora, später in den Mitteilungen der im Jahre 1892 gegründeten Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, die zum Mittelpunkt aller dendrologischen Bestrebungen bei uns wurde und unter ihrem arbeitsfreudigen Präsidenten, Dr. Fr. GRAF VON SCHWERIN, einen glänzenden Aufschwung genommen hat (vergl. Mitteil. D. Dendrol. Ges. XXVI, 1917, S. 243). Seit 1896 war er Vizepräsident der Gesellschaft (vergl. sein Bildnis, a. a. O. nach S. 248). Gelegentlich der Jahresversammlung am 19. August 1918 zu Frankfurt a. Main wurde er zum Ehrenmitglied erwählt. Sein Dankschreiben (vergl. Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. XXVII, 1918, S. 322) war die letzte Kundgebung an die Gesellschaft; erschütternde Worte sprechen seinen endgültigen Verzicht auf das fernere Mitwirken aus. Wegen seiner unübertrefflichen Kenntnisse in der Gehölzkunde und der Lauterkeit und Zuverlässigkeit seines Charakters erfreute er sich eines hohen Ansehens in der Gesellschaft, viele Jahresversammlungen hat er mitgemacht, bei jeder Gelegenheit wurde sein Rat eingeholt, zumal wenn es sich um die Bestimmung der Arten formenreicher Gattungen handelte, und mit unermüdlichem Eifer widmete er sich der Klärung schwer unterscheidbarer Formenkreise, wozu ihn sein für feine Artunterschiede geübtes Auge besonders befähigte. In erster Linie

---

1) Vergl. den Nachruf auf L. DIPPEL (4. August 1827 bis 4. März 1914) von H. SCHENCK in Mitteil. Deutsch. Dendrol. Gesellsch. XXIII, 1914, S. 305.

studierte er die bei uns kultivierten Gehölze aus der Familie der Rosaceen. Nachdem er die Systematik der Pomaceen nach eigenen Untersuchungen neu begründet hatte (1890; 42—44), erforschte er später bis in seine letzten Lebenstage besonders eingehend die Prunoideen, denen noch seine letzten Veröffentlichungen galten (1917; 191, 92). Er beabsichtigte, diese sehr artenreiche Unterfamilie, von der wir letzthin eine überraschende Fülle neuer Arten aus dem Inneren Chinas besonders aus den Sammlungen E. H. WILSONs kennen gelernt haben (163), monographisch für A. ENGLERs „Pflanzenreich" zu bearbeiten. Es ist für die Wissenschaft ein herber Verlust, daß es ihm infolge zunehmender Kränklichkeit nicht vergönnt war, diese mühevollen, sich auf viele Jahre erstreckenden Forschungen zu einem Bilde zusammenzufassen, da nur er diesen Formenkreis beherrschte. Er hat ein sehr umfangreiches Manuskript mit vielen Zeichnungen hinterlassen, das, jetzt im Besitze des Bot. Museums zu Berlin-Dahlem, hoffentlich einmal einen seines Vorgängers würdigen Bearbeiter findet.

Noch zahlreichen anderen Gattungen der Gehölze hat er seine klärende Forscherarbeit angedeihen lassen, z. B. den Gattungen *Berberis, Cornus, Deutzia, Evonymus, Forsythia, Fraxinus, Ligustrum, Lycium, Philadelphus, Rosa, Syringa.*

Seit dem Sommer 1896 begann er die Herausgabe eines dendrologischen Typenherbars; hier sind die Etiketten mit Zeichnungen derjenigen Merkmale versehen, die für die Unterscheidung der Arten wichtig, aber ohne nähere Untersuchung nicht ohne weiteres erkennbar sind (Herbarium dendrologicum adumbrationibus illustratum; 565 Nr. bis 1905; 76). Außerdem brachte er in vieljähriger Sammeltätigkeit ein umfangreiches, sehr sorgsam gehaltenes Dendrologisches Herbar zusammen, das nach seinem Tode in den Besitz des Botanischen Museums Berlin-Dahlem übergegangen ist[1]). Seine Erwerbung wurde durch freigebige Spenden einer größeren Anzahl von Mitgliedern der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft ermöglicht, denen die Wissenschaft dafür aufrichtigen Dank schuldet; denn dieses Herbarium wird, so hoffen wir bestimmt, die dendrologischen Forschungen in Deutschland weiter fördern und anregen. Zu diesem Herbar, das seinen hohen Wert besonders noch durch die den Exemplaren beigefügten Bestimmungen unseres besten Gehölzkenners erhält, gehören außerdem zahlreiche eigenhändige Zeichnungen KOEHNEs nach der Natur sowie eine systematisch

---

1) Vergl. Notizbl. Bot. Gart. Berlin-Dahlem VII. 1919, S. 336.

geordnete Sammlung von kleineren dendrologischen Schriften und Auszügen, welch letztere K. selbst hergestellt hat.

K. gehörte zu den Gründern der Deutschen Botanischen Gesellschaft; 1881 wurde er in die vorbereitende Kommission, 1882 in die Redaktions-Kommission gewählt (Ber. Deutsch. Bot. Ges. I, 1883, S. 1 u. 10). Später hat er viele Jahre lang das Amt des Schriftführers versehen. In unseren Berichten hat er nur sehr wenig veröffentlicht, 1884 eine anatomische Arbeit (32), 1895 einen Nachruf auf ED. EGGERS (59), 1905 das Schriftenverzeichnis K. SCHUMANNs, der sein Nachfolger als Herausgeber von JUSTs Bot. Jahresbericht war (115).

Neben eigenen wissenschaftlichen Arbeiten widmete sich K. nicht weniger als 15 Jahre hindurch, nämlich für die Jahre 1883—1897, der zeitraubenden mühevollen Arbeit der Herausgabe von JUSTs Botanischem Jahresbericht, den er bis 1886 mit Dr. TH. GEYLER, später allein redigierte, nachdem er bereits vorher für die Jahre 1879—1883 das Referat über allgemeine Pflanzengeographie und außereuropäische Floren für jenes unentbehrliche Sammelwerk übernommen hatte (29). Er selbst trug als Herausgeber einen großen Teil der Arbeitslast, indem er für alle Fächer die Vorbereitungen durch Ausziehen der von Jahr zu Jahr mehr anschwellenden Literatur besorgte, sodaß er den Mitarbeitern die Arbeit erheblich erleichterte. Für diese in mancher Hinsicht entsagungsvolle Tätigkeit werden ihm die Fachgenossen stets ganz besonderen Dank wissen.

Über sein verdienstvolles Wirken im Botanischen Verein der Provinz Brandenburg, dem er schon während seiner Berliner Studienzeit im Jahre 1867 beigetreten war, berichtet in der Hauptsache die Adresse, die ihm der Verein zum 70. Geburtstage widmete, ihn dabei zum Ehrenmitglied ernennend (Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg LX. 1918, S. 162). Schriftführer war er von 1876—1889, in dieser Stellung sich besonders um die Abfassung der Berichte über die Frühjahrs- und Herbstversammlungen bemühend (vergl. Schriftenverzeichnis). In jenen Jahren lieferte er auch einen Beitrag zur märkischen Floristik (Flora von Putlitz 1879; 21). Der Bot. Verein hat ihm besonders zu danken für die umsichtige und taktvolle Leitung des 50 jährigen Stiftungsfestes, wozu er bei seiner Stellung als Gelehrter und Lehrer zugleich sich vorzüglich eignete (135). Zum Vorsitzenden war er zum ersten Male im Jahre 1893 gewählt worden; er blieb in dieser Stellung. teils an erster, teils an zweiter oder dritter Stelle, bis zum Jahre 1900. Nach einer längeren Unterbrechung wurde ihm dann dies Amt im Jubiläumsjahr 1909 übertragen. Er behielt es bis 1915; leider konnte er nicht weiter im Vorstande des Bot. Vereins wirken, da die Rücksicht auf seine erschütterte Gesundheit ihn nötigte, seine Kräfte zu schonen. In vielen Sitzungen des Vereins hat er über den Fortgang seiner Arbeiten berichtet, in früherer Zeit besonders über seine Lythraceen Studien, später über die Arten und Formen gewisser Gehölzgattungen, wie *Lycium*, *Cornus*, *Philadelphus*, *Sophora* u. a., sowie der von ihm eingehend erforschten Gattungen der Pomaceen und Prunoideen.

K. wurde im September 1892 in die Kaiserliche Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher aufgenommen. Auch war er seit 1875 außerordentliches Mitglied der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin, seit 1887 ordentliches Mitglied der Deutschen Gartenbau-Gesellschaft.

Das Lebensbild würde unvollständig sein, wollten wir hier nicht seiner poetischen Begabung gedenken, die sich besonders bei festlich-heiterer Gelegenheit äußerte (vergl. z. B. Bier-Zeitung für den Kommers zur Feier des Jubil. 25jährig. Wirks. Prof. BRAUN, 27. Mai 1876; Tafellieder für die am 8. Juni 1879 zu Luckau stattfindende XXI. Frühjahrsversammlung des Bot. Ver. der Prov. Brandenburg). Auf seine ungewöhnlichen Fähigkeiten im Zeichnen war schon wiederholt hingewiesen worden; damit hing jedenfalls auch sein Interesse für Baukunst zusammen, das sich besonders auf Ausflügen und Reisen bei der Betrachtung hervorragender Baudenkmäler kund tat. Als ihn in den letzten Jahren das Augenleiden immer mehr am Zeichnen von Blütenanalysen behinderte, suchte er Zerstreuung durch Skizzieren in der freien Natur.

Folgende Gattungen der Phanerogamen wurden nach K. benannt:

Koehnea F. Muell Cens. (1882) 142 (jetzt Synonym von *Nesaea*; Lythracee);

Koehneago O. Ktze. Rev. gen. I. (1891) 287 (Synonym von *Euosmia* H. B. K.; Rubiacee);

Koehneola Urban, Symb. antill. II. (1901) 463 (1 Art von Cuba; Composite). Ferner die Art:

Croton Koehneanus Urb. Symb. antill. VII. (1912) 249 (S. Domingo).

Das Andenken an diesen pflichttreuen Lehrer der Jugend und sorgfältigen Forscher wird stets in Ehren gehalten werden.

Verzeichnis der Schriften von E. Koehne.

Abkürzungen: E. B. J. = Engler's Botanische Jahrbücher; F. Rep. = Fedde's Repertorium specierum novarum; G. = Gartenflora; *L.* = *Lythraceae*; M. D. D. G. = Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft; V. Br. = Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg.

1. Über Blütenentwicklung bei den Compositen. — Inaug. Dissert. Berlin (26. Juli 1869). GUSTAV SCHADE. 72 S., 3 Taf.
2. Americani generis Cupheae species quae in hortis coluntur. — Index sem. Hort. Berol. App. II. (1873). 2 p. 4°.
3. Über sechs monströse Blütenstände von einer in Pommern beobachteten Staude der *Primula officinalis* Jacq. — Sitzungsber. Gesellsch. Naturforsch. Freunde Berlin 1873 (20. Mai), S. 55—58.
4. Bemerkungen über die Gattung *Cuphea*. — Bot. Zeitung XXXI. 1873, S. 110—111, 119—127, 133—139.
5. Über *Diplusodon*. — V. Br. XVI. 1874, S. 10—11, 23.
6. Über Inflorescenz u. Trimorphismus von *Decodon (Nesaea) verticillatus*. — V. Br. XVI. 1874, S. 42—43.
7. Über BARCIANUs Arbeit betr. Blütenentwicklung der Cupheen. — V. Br. XVII. 1875, S. 27.
8. Berichtigung der von BARCIANU gemachten Angaben über Blütenentwicklung bei den Cupheen. — Bot. Zeitung XXXIII. 1875, S. 291—296, 302—307.
9. Vorlage von jungen Stämmen von Birken und von *Frangula Alnus*, umschlungen von *Lonicera Periclymenum*. — V. Br. XVIII. 1876, S. LI.
10. Über die Zahl der Kelchnerven bei *Silene conica*. — V. Br. XVIII. 1876, S. 32.
11. *Colchicum autumnale* bei Wilmersdorf. — V. Br. XVIII. 1876, S. 137.
12. Brief über Monstrositäten bei *Taraxacum officinale*. — Abgedruckt in der Arbeit von E. WARMING, Die Blüte der Compositen, in Hanstein, Bot. Abhandl. III. 2. 1876, S. 135—140 (mit 2 Fig.).
13. *L.* — In Fl. Brasiliensis XIII. 2. (1877) S. 185—370 t. 39—67.
14. Über das Genus-Recht der Gattung *Peplis*. — V. Br. XIX. 1877, S. 47—53.
15. Über monströse Blüten von *Linaria vulgaris*. — V. Br. XIX. 1877, S. 123—124.
16. Vorlage einer Skizze einer zweiteiligen Fichte. — V. Br. XIX. 1877, S. 124.
17. Winterliches Verhalten der Rotbuche. — V. Br. XX. 1878, S. 1.
18. Beteiligt an der Abhandlung: I. URBAN, Zur Flora von Teupitz. — V. Br. XX. 1878, S. 51—64.
19. Blüten der *L.*, fast ganz nach E. K.'s ihm mitgeteilten Material dargestellt von EICHLER, Blütendiagramme II. (1878), S. 471—480.
20. Repetitionstafeln für den zoologischen Unterricht an höheren Lehranstalten. I. Heft (Wirbeltiere), 1878, 4 S., 5 Taf. II. Heft (Wirbellose Tiere), 1879, 8 S., 5 Taf. Berlin (H. W. MÜLLER). — Hiervon mehrere Auflagen: z. B. I. Heft, 6. Aufl. 1898, 24 S., 5 Taf; II. Heft, 5. Aufl. 1898, 24 S., 6 Taf. — Preis des Heftes 80 Pfg., später 1 M. — Das 1. Heft vorgelegt von E. K. im Sitzungsbericht Gesellsch. Naturforsch. Freunde Berlin 19. März 1878, S. 90.

21. (C. WARNSTORF, Zwei Tage in Havelberg u. ein Ausflug nach der Ostpriegnitz). Mit Zusätzen, betreffend die Flora von Putlitz, von E. K. — V. Br. XXI. 1879. (1880), S. 149—170.
22. Über zwei *Nesaea*-Arten aus Sansibar. — V. Br. XXII. 1880. (1881), S. 2.
23. Über HENSLOWS Hypothese über den Ursprung des wickelartigen Blütenstandes und über Auflösung von Blattpaaren bei *Lagerstroemia*, *Lythrum* u. *Heimia*. — V. Br. XXII. 1880. (1881), S. 2—8; Bot. Centralbl. I. (1880), S. 273.
24. Über die Entwicklung der Gattungen *Lythrum* u. *Peplis* in der palaearktischen Region. — V. Br. XXII. 1880. (1881), S. 23—44.
25. Über die systematische Stellung der Gattungen *Strephonema* u. *Crypteronia* — V. Br. XII. 1880. (1881), S. 65—70; Bot. Centralbl. II. (1880), S. 777.
26. *L. monographice describuntur.* — E. B. J. I. (1881) S. 142—178, 240—266, 305—335, 436—458; II. (1882) S. 136—176, 395—429; III. (1882) S. 129 bis 155, 319—352; IV. (1883) S. 12—37, 386—431; V. (1884) S. 95—182; VI. (1885) S. 1—48; VII. (1886) S. 1—61.
27. *L.* — In BUCHENAU, Reliquiae Rutenbergianae; Abh. Naturwiss. Vereins Bremen VII. (1882), S. 18—19.
28. Les Lythrariées françaises. — Bull. Soc. bot. France XXX. 1883, S. 280—283.
29. Allgemeine Pflanzengeographie und Außereuropäische Floren (Ref.). — JUST, Bot. Jahresbericht VII. 1879. 2. (1883) S. 377—522; VIII. 1880. 2. (1883) S. 302—536; IX. 1881. 2. (1884) S. 274—527; X. 1882. 2. (1885) S. 215—450; XI. 1883. 2. (1886) S. 77—231.
30. JUST's Botanischer Jahresbericht XI. 1883—XIV. 1886, herausgegeben von E. K. u. TH. GEYLER; XV. 1887—XXV. 1897, herausgegeben von E. K. (abgeschlossen 1900).
31. Les Lythrariées italiennes. — Nuovo Giorn. bot. ital. XVI. 1884, S. 100—104.
32. Über Zellhautfalten in der Epidermis von Blumenblättern. — Bericht. Deutsch. Bot. Gesellsch. II. 1884, S. 24—29 mit Tafel.
33. The Lythraceae of the United States. — Bot. Gazette X. 1885, S. 269—277.
34. Über die Schutzfärbung der *Rhodocera Rhamni* in Anpassung an *Cirsium oleraceum* (L.) Scop. — V. Br. XXVIII. 1886. (1887) S. VI—VII.
35. Plantae Lehmannianae. *L.* — E. B. J. VIII. 1887, S. 244—246.
36. Brief an H. WINKLER über die Kotyledonen bei *Aesculus*. — V. Br. XXX. 1887, S. 43.
37. Beschreibende Botanik. In A. HANSEN u. E. K., Die Pflanzenwelt, enthaltend die Formengliederung, Lebenserscheinungen u. Gestaltungsvorgänge im Gewächsreich. Mit Farbendrucktafeln u. Holzschnitten Etwa 15 Lief. 8°. Stuttgart (OTTO WEISERT). 1887.
38. *L.* — In H. SCHINZ, Beitr. z. Kenntn. d. Fl. v. Deutsch-Südwest-Afrika u. d. angrenz. Gebiete. — V. Br. XXX. 1888. (1889), S. 248—252.
39. Eine neue *Cuphea* aus Argentinien. — V. Br. XXX. 1888. (1889), S. 277—278.
40. *L.* — In Forschungsreise S. M. S. Gazelle. IV. Bot. Siphonog. 1889, S. 38 Taf. XIV (*Lagerstroemia Engleriana*).
41. *Lonicera Alberti* Regel, seit Jahren bekannt. — G. XXXIX. 1890, S. 178—179.
42. Die Gattungen der Pomaceen. — Wissenschaftl. Beilage z. Progr. Nr. 95 des FALK-Realgymnasiums, Berlin, Ostern 1890; 83 S. 4°, mit 2 Taf.

43. Die Gattungen der Pomaceen. — Humboldt, Juli 1890, S. 217—218
44. Die Gattungen der Pomaceen. — G. XL. 1891, S. 4—7, 35—38, 59—61.
45. Über den schwedischen Bocksdorn. — V. Br. XXXIII. 1891. (1892), S. XXXVII.
46. Übersicht der in unseren Gärten gezogenen *Lycium*-Arten. — V. Br. XXXIII. 1891. (1892), S. 130—132.
47. *L.* — In ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfamil. III. 7. (1892) S. 1—16; Nachträge II. (1900) S. 48.
48. *Micromeles alnifolia* (S. et Z.) K. — G. XLI. 1892, S. 282—285.
49. Kleine Bemerkungen über *Aesculus*. — G. XLI. 1892, S. 307.
50. Bemerkungen über Vitaceen. — G. XLI. 1892, S. 401—404.
51. Deutsche Dendrologie. Kurze Beschreibung der in Deutschland im Freien aushaltenden Nadel- u. Laubholzgewächse zur schnellen u. sicheren Bestimmung der Gattungen, der Arten und einiger wichtigeren Abarten u. Formen. Mit etwa 1000 Einzelfiguren in 100 Abbildungen nach Originalzeichnungen des Verf. Stuttgart (FERD. ENKE) 1893. — XVI + 602 S. — Preis neu 14 M.
52. Über die Gattungsunterschiede bei den Pomaceen. — V. Br. XXXV. 1893, S. LX.
53. *L.* — In P. TAUBERT, Pl. Glaziovianae novae vel minus cognitae. E. B. J. XV. Beibl. Nr. 38. 1893, S. 3—6.
54. *L.* — I. In LOESENER, Pl. Selerianae I. in Bull. Herb. Boissier II. 1894, S. 549; *L.* II. in Pl. Seler. III. in Bull. Herb. Boissier VII. 1899, S. 564—566; *L.* III. in Pl. Seler. VIII. in V. Br. LV. 1913, S. 174—175.
55. Über die asiatischen Buchen. — V. Br. XXXVI. 1894, S. XV—XVI. — Vergl. Naturw. Wochenschrift IX. (1894), S. 277—283.
56. *Glossopetalon meionandrum* n. sp. — G. XLIII, 1894, S. 237—240.
57. Bemerkungen zu J. BORNMÜLLERs Aufsatz über *Crataegus tanacetifolia* (Lam.) Pers. — G. XLIII. 1894, S. 291—292.
58. Seltene, kritische u. neue Gehölze. — M. D. D. G. III. 1894, S. 9—16; S. 45—51 (2. Aufl. 1909).
59. EDUARD EGGERS (Nachruf). — Berichte Deutsch. Bot. Gesellsch. XIII. 1895, S. (54)—(55).
60. *L.* — In ENGLERs Pflanzenwelt Ostafr. C. (1895) S. 285—286 (E. GILG nach den Bestimmungen von E. K.)
61. *L.*: *Nesaea Schinzii* Koehne nebst var. *Fleckii* Koehne u. *N. sagittifolia* (Sond.) Koehne. — Bull. Herb. Boissier III. 1895, S. 409.
62. *L.* africanae. — E. B. J. XXII. 1895, S. 149—152.
63. *Quercus Gambeli* Nutt. — G. XLIV. 1895, S. 6—10 mit Abb.
64. *Prunus prostrata* Labill. var. *concolor* Boiss. — G. XLIV. 1895, S. 241 bis 244. Tafel 1414 (mit K. KOOPMANN).
65. *Cuphea Heydei* K. — Bot. Gazette XIX. 1895, S. 255.
66. Ansprache; Notiz über einige interessante Baum- u. Straucharten in den Anlagen zu Frankfurt a. O. — V. Br. XXXVII. 1895. (1896), S. IV—V.
67. Bemerkungen zur Adventivflora beim Proviantamte bei Frankfurt a. O. V. Br. XXXVII. 1895. (1896), S. XXII.
68. Die Oderpappel (*Populus Viadri* Rüd.) — V. Br. XXXVII. 1895. (1896), S. XXVIII—XXIX.
69. Die Verwachsung der Keimblätter bei *Aesculus hippocastanum*. — V. Br. XXXVII. 1895. (1896), S. LX—LXI.

70[1]). Über einige *Cornus*-Arten, besonders *C. macrophylla* Wall. u. *C. corynostylis* n. sp. — G. XLV. 1896, S. 236—239, 284—288.

71. *Philadelphus.* — G. XLV. 1896, S. 450—451, 486—488, 506—508, 541—542, 561—563, 590—597, 618—619, 651—652.

72. Zur Kenntnis der Gattung *Buxus.* — M. D. D. G. V. 1896, S. 194—196 (2. Aufl. 1909).

73. Zwei neue Gehölzarten u. ein neuer Bastard. — M. D. D. G. V. 1896, S. 196—197.

74. Kurze Selbstbiographie (mit Bildnis). — Möllers Deutsche Gärtnerzeitg. XI. Nr. 26 (Aug. 1896), S. 306—307.

75. Biographien (Ref.). — Just's Bot. Jahresbericht XXIV. 1896. 1. (1899), S. 1—6; XXV. 1897. 1, (1900), S. 1—5.

76. Herbarium dendrologicum adumbrationibus illustratum. Nr. 1—100 (1896); 101—200 (1897); 201—335 (1900); 336—446 (1904); 447—565 (1905). — Vergl. Bot. Centralbl. LXVII. (1896), S. 257.

77. Berichtigung (betrifft *Haploxylon* und *Diploxylon*, Gruppen von *Pinus*). — Bot. Centralbl. LXV. 1896, S. 88—89.

78. *Cornus brachypoda* C. A. Mey. — G. XLVI. 1897, S. 94—96.

79. *Cuphea strigillosa*, nicht *strigulosa.* — G. XLVI. 1897, S. 308.

80. *L.* — In I. Urban, Pl. nov. amer. imprimis Glaziovianae I. — E. B. J. XXIII. Beibl. Nr. 57. 1897, S. 17—36.

81. *L.* — In H. Schinz, Beitr. Afrik. Fl. VIII., Bull. Herb. Boissier VI. Nr. 9, 1898, S. 750 (*Nesaea Rautanenii*).

82. Über das Vorkommen von Papillen u. oberseitigen Spaltöffnungen auf Blättern von Laubholzgewächsen. — M. D. D. G. VIII. 1899, S. 53—78.

83. Über anatomische Merkmale bei *Berberis*-Arten. — G. XLVIII. 1899, S. 19—22, 39—41, 68—70.

84. Über einige *Fraxinus*-Arten. — G. XLVIII. 1899, S. 282—288.

85. Vier neue Holzgewächse (*Ribes Spaethianum*, *Cornus Purpusii* u. *C. Hessei*, *Viburnum Sargentii*) — G. XLVIII. 1899, S. 338—341.

86. Die Kirschpflaume, *Prunus Myrobalana* L. (*P. cerasifera* Ehrh.). — G. XLIX. 1900, S. 64—67.

87. *L.* — In H. Schinz, Beitr. Afrik. Fl. XII., Mém. Herb. Boissier Nr. 20. 1900, S. 24—26 (*Rotala Dinteri*).

88. *L. novae.* — E. B. J. XXIX. 1901, S. 154—168.

89. Pflanzenkunde für den Unterricht an höheren Lehranstalten. Im Einklange mit den preußischen Lehrplänen von 1901 bearbeitet. Mit 178 Abbildungen im Text u. 1 pflanzengeographischen Karte. Bielefeld u. Leipzig (Velhagen & Klasing) 1901. VI + 288 S.

90. Beiträge zur Kenntnis der *Sorbus*-Arten. — G. L. 1901, S. 406—412.

91. Zwei Pfropfbastarde von *Crataegus monogyna* u. *Mespilus germanica.* — G. L. 1901, S. 628—633.

92. *Prunus Pseudocerasus Watereri* u. *Pr. serrulata Hisakura.* — G. LI. 1902, S. 2.

93. *Micromeles alnifolia* (S. et Z.) K. — G. LI. 1902, S. 3—4.

94. *Spiraea pubescens* Turcz. in Kultur. — G. LI. 1902, S. 59.

---

1) In Just's Bot. Jahresber. XXIII. 1895. 2. (1898), S. 83 wird noch angegeben: Koehne: Über die Systematik einiger Hornstrauchgewächse (Cornaceen). (2. Beilage zur Vossisch. Zeitung. 18. Jan. 1895. Morgen-Anz.).

95. *Ribes Grossularia* ♀ × *nigrum* ♂ (*R. Schneideri* Maurer in litt.). — G. LI. 1902, S. 409—411.
96. *Amelanchier oxyodon.* — G. LI. 1902, S. 609-611.
97. Lythracées. — In R. CHODAT, Pl Hasslerianae; Bull. Herb. Boissier 2. sér. II. 1902, S. 401--403.
98. *Lythrum rivulare* Wood et Evans. — Journ. of Bot. XL. 1902, S. 68—69.
99. *L.* — In A. ENGLER, Das Pflanzenreich, Heft 17, (W. ENGELMANN, Leipzig). 1903; 326 S., 59 Fig., Preis 16,40 M.
100 *L.* — In H. BAUM u. O. WARBURG, Kunene-Sambesi-Expedition 1903, S. 312—318.
101. Die Sektion *Microcarpium* der Gattung *Cornus.* — M. D. D. G. XII. 1903, S. 27—50.
102. *Prunus Petzoldi* C. Koch u. *P. Baldschuanica* E. Regel. — G. LII. 1903, S. 141.
103. *Philadelphus californicus* Benth. — G. LII. 1903, S. 150—152.
104. *Buddleia Hemsleyana* n. sp. — G. LII. 1903, S. 169-171.
105. *Robinia neomexicana* × *Pseudacacia* (*R. Holdtii* Beissner). — G. LII. 1903, S. 272—273.
106. Stereoskopische Röntgenbilder, ein neues Lehrmittel (Ref.). — Natur u. Schule II. 5. (1903), S. 306—307.
107. Das Bemalen von Tierschädeln zu unterrichtlichen Zwecken. — Natur u. Schule II. 5. (1903), S. 492.
108. Drei kultivierte *Evonymus.* — G. LIII. 1904, S. 29—34.
109. CAMILLO K. SCHNEIDER, Illustr. Handb. Laubholzkunde (Ref.). — G. LIII. 1904, S. 655; LV. 1906, S. 323; LVI. 1907, S. 327.
110. Zur Kenntnis der Gattung *Philadelphus.* — M. D. D. G. XIII. 1904, S. 76—86.
111. *Ligustrum* Sect. *Ibota.* — ASCHERSON-Festschrift (herausgegeb. von URBAN u. GRAEBNER), 1904, S. 182—208.
112. *Ligustrum* Sect *Ibota.* — M. D. D. G. XIII. 1904, S. 68-76.
113. *Deutzia hamata* u. *D. glaberrima* K. — In GILG u. LOESENER, Beitr. Fl. Kiautschou; E. B. J. XXXIV. 1904, S. 37—38.
114. *Ligustrum* sectio nova *Ibota* speciebus quinque novis inclusis. — F. Rep. I. 1905, S. 8-11, 18-19.
115. Verzeichnis der Schriften KARL SCHUMANNS. — In G VOLKENS, Nachruf auf K. Sch.; Bericht. Deutsch. Bot. Gesellsch XXII. 1904. (1905), S. (52)—(59).
116. Über Taxodien (Sumpfzypressen). — Naturwissensch. Wochenschr. XX. 1905, S. 122—124.
117. *Alnus tenuifolia.* — M. D. D. G. XIV. 1905, S. 219—220.
118. Über *Forsythia.* — G. LV. 1906, S. 176—180, 198—207, 226-232.
119. Über neue oder interessante Holzgewächse. — M. D. D. G. XV. 1906, S. 50—69.
120. A. et E. CAMUS, Classif. des Saules (Ref.). — M D. D. G. XV. 1906, S. 246—248.
121. *L.* africanae. — E. B. J. XXXIX. 1907, S. 663—664.
122. *L.* — In Al. Sodiro, Pl. ecuadorenses V; E B. J. XL. Beibl. Nr. 91. 1907, S. 46—47.
123. *L.* Nachträge. — E. B J XLI. 2 1907, S. 74—110.
124. Vorweltliche u lebende Taxodien. — M. D. D. G. XVI. 1907, S. 119-122.

125. Neues von *Forsythia.* — F. Rep. IV. 1907, S. 164—166.
126. *L.* Nachträge II.1) — E. B I. XLII. Beibl. Nr. 97. 1908, S. 47—53.
127. *Taxodium imbricarium.* — M D. D. G. XVII. 1908, S. 65—66.
128. Abnorme Früchte von *Juglans nigra.* — M. D. D G. XVII. 1908. S. 197 bis 199.
129. Dr. MORITZ WILLKOMMS Bilderatlas des Pflanzenreichs Nach dem ENGLERschen System neu herausgegeben von E. K. 5. Aufl. 1909. J. F. SCHREIBER (Eßlingen u. München). 205 S., 100 Abb., 124 Farbendrucktafeln, 1 Schwarzdrucktafel. — Über WILLKOMMS Werk hatte E. K. berichtet in Bot. Zeitung XLIII. (1885), S. 789.
130. *Viburnum Hessei* n. sp. — G. LVIII. 1909, S. 89—92, 266.
131. Die in Deutschland eingeführten japanischen Zierkirschen. — M. D. D. G. XVIII. 1909, S. 161—179.
132. *Prunus japonica, glandulosa* u. *humilis* — M. D. D. G. XVIII. 1909, S. 179—181.
133. Was ist *Cornus macrophylla*? — M. D D. G. XVIII. 1909, S. 182—185.
134. Ein neuer Prunus (*P. paracerasus*) aus Japan. — F. Rep. VII 1909, S. 133.
135. Begrüßungsansprache bei der Feier des 50jährigen Stiftungsfestes. — V. Br. LI. 1909. (1910), S. (91)–(93), (100)—(109).
136. Über die Lythraceen-Gattung *Orias* Dode. — V Br. LI. 1909. (1910), S. (132).
137. Abnorme Früchte von *Juglans nigra.* — V. Br. LI. 1909. (1910), (S. 137).
138. Über *Prunus japonica* Thunb. u. *Prunus glandulosa* Thunb. — V. Br. LI. 1909. (1910), S. (147).
139. Lythraceen-Atlas vorgelegt. — V. Br. LI. 1909. (1910), S. (38).
140. Über *Cornus macrophylla* Wall. — V. Br. LI. 1909. (1910), S. (148).
141. Über die Gruppe *Pseudocerasus* der Gattung *Prunus.* — V. Br. LI. 1909. (1910), S. (148)
142. Neue oder noch wenig bekannte Holzgewächse (*Ulmus, Rubus, Rosa, Prunus, Robinia, Rhus. Evonymus, Syringa, Fraxinus, Lonicera*) — M. D. D. G. XIX. 1910, S. 92—117.
143. *Syringa Sweginzowii* Koehne et Lingelsheim. — F. Rep. VIII. 1910, S. 9.
144. Eine neue *Cuphea* von den kleinen Antillen. — F. Rep. VIII. 1910. S. 16—17.
145. Zwei neue Rosen aus Kurdistan u. aus Ostasien. — F. Rep VIII. 1910, S. 21—22.
146. Zwei Varietäten von *Prunus japonica* Thunb. — F. Rep. VIII. 1910, S. 23.
147. *Lonicera Korolkowi* Stapf var. *aurora* K. — F. Rep VIII. 1910, S. 32.
148. *Evonymus semiexserta* Koehne n. sp. — F. Rep. VIII. 1910, S. 54.
149. *Prunus Sweginzowii* Koehne n. sp. — F. Rep. VIII. 1910, S 62.
150. *Ulmus pinnato-ramosa* Dieck Cat. 1895. — F. Rep. VIII. 1910, S 74
151. Ex Herbario Haßleriano: Neue *L.* aus Paraguay und dem Gran Chaco. I. II. — F. Rep. VIII. 1910, S. 165—167, 196—199.
152. Pruni subgeneris Padi species novae describuntur. — F. Rep. IX 1910, S. 33—37.

---

1) 1908 lieferte K. v. KEISSLER eine Aufzählung der von R. VON WETTSTEIN u. SCHIFFER in Brasilien gesammelt. *L.* (in Denkschrift. Math. Naturwiss. Kl. Akad. Wiss. Wien. LXXIX, S. 1—3 .

153. Die Gliederung von *Prunus* Subg. *Padus*. — V. Br. LII. 1910. (1911), S. 101—108.
154. Über *Prunus demissa* (Nutt.) Dietr. — M. D. D. G. XX. 1911, S. 231—236.
155. *Prunus serrulata* Lindl. f. *Veitchiana* Koehne. — F. Rep. IX. 1911, S. 122—123.
156. *Philadelphi* species ac varietates novae. — F. Rep. X. 1911, S. 126—127.
157. *Prunus Mahaleb* L. var. *Hartmannii* Koehne n. var. — F. Rep. X. 1911, S. 164.
158. Über die Lardizabalaceengattung *Decaisnea*. — V. Br. LII. 1911. (1912), S. (23)—(24).
159. Über die Unterschiede zwischen den drei *Sophora*-Arten, *S. Korolkowi*, *S. japonica* u. *S. sinensis*. — V. Br. LIII. 1911. (1912), S. (24).
160. Erforschung einer palaeontologischen Urkunde (Die vermeintliche Wirbelsäule eines unbekannten Tieres ist ein Abdruck von Eikapselschnüren einer Schnecke). — Kosmos VIII. 1911, S. 188 (Heft 5).
161. *Philadelphus*. — In Ch. Spr. Sargent Pl. Wilson. I. part. 1. (1911), S. 4—6; part. 2. (1912), S. 145.
162. *Maddenia*. — In Ch. Spr. Sargent, Pl. Wilsonianae I. part. 1. (1911), S. 56—59.
163. *Prunus*. — In Ch. Spr. Sargent, Pl. Wilson. I. part. 1. (1911), S. 59—75; part. 2. (1912), S. 196—282.
164. Eine neue Einteilung der Kirschen, *Prunus* Subgen. *Cerasus*. — Wissenschaftl. Beilage z. Jahresbericht des FALK-Realgymnasiums. Berlin, Ostern 1912. Progr. Nr. 112, 19 S. 4⁰.
165. Die geographische Verbreitung der Kirschen, *Prunus* Subg. *Cerasus*. — M. D. D. G. XXI. 1912, S. 168—183.
166. C. K. SCHNEIDER, Illustr. Handb. Laubholzkunde (Ref.). — M. D. D. G. XXI. 1912, S. 377—381.
167. Genus *Sorbus* s. str. speciebus varietatibusque novis auctum. — F. Rep. X. 1912, S. 501—507, 513—518.
168. *Prunus yedoensis* var. *nudiflora* nov. var. — F. Rep. X. 1912, S. 507.
169. Neue chinesische Arten u. Formen von *Prunus*. — F. Rep. XI. 1912, S. 264—267.
170. Neue japanische Arten u. Formen von *Prunus* Subg. *Cerasus*. — F. Rep. XI. 1912, S. 267—274.
171. *Aesculus woerlitzensis*, eine neue Gartenform unbekannter Entstehung. — F. Rep. XI. 1912, S. 396—397.
172. Zwei neue chinesische *Prunus*-Varietäten. — F. Rep. XI. 1912, S. 525.
173. Abbildungen zu einigen im Bande VIII. (1910) des Rep. beschriebenen neuen Arten u. Formen von *Rosa*, *Prunus*, *Evonymus*, *Syringa* u. *Lonicera*. — F. Rep. XI. 1912, S. 529—534.
174. Über die geologischen Verhältnisse des Grimnitz-Werbellingebietes und über dessen Bedeutung in der Geschichte der Provinz Brandenburg. — V. Br. LIV. 1912. (1913), S. (2)—(6).
175. *L.* — In TH. LOESENER, Mexik. u. Zentralamerik. Novitäten; F. Rep. XII. 1913, S. 235.
176. *Sorbus*. — In Ch. Spr. Sargent, Pl. Wilsonianae I. part. 3. (1913), S. 457—483.
177. *Prunus salicina* Lindl. — Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Dahlem Nr. 50. 1913, S. 287—288.

178. Die Gattung *Pygeum* Gaertn. — E. B. J. LI. 1913, S. 177—224.
179. Eine neue *Berberis* (*B. stolonifera*) aus Turkestan (mit E. WOLF). — F. Rep. XII. 1913, S. 129.
180. Neue ostasiatische *Prunus*-Arten. — F. Rep. XII. 1913, S. 134—135.
181. Eine neue Robinie. — M. D. D. G. XXII. 1913, S. 1—3.
182. *Acanthopanax ricinifolius* Seemann. — M. D. D. G. XXII 1913, S. 145—150.
183. Kreuzungen von Pflaumen u. Aprikosen, insbesondere *Prunus Moseri* fl. pl. h. gall u. P. *Blireiana* fl. pl André. — M. D. D. G. XXII 1913, S. 170.
184. Mitteilungen über Eschen. — M. D. D. G. XXII. 1913, S. 294.
185. Plantae Wilsonianae (Ref.). — M. D. D. G. XXII. 1913, S. 341—344.
186. Über eine merkwürdige Linde zu Zell bei Ruhpolding in Oberbayern. V. Br. LV. 1913, S. (47)—(49).
187. KARL Freiherr VON TUBEUF u. WILH. GRAF zu Leiningen, Bozen Schilderungen u. Bilder aus dem Münchener Exkursionsgebiet (Ref.). — M. D. D G. XXIII. 1914, S. 300—302.
188. Zwei neue *Amelanchier* aus dem westlichen Nordamerika. — E. B. J. LII. 1915, S. 277—278.
189. Zur Kenntnis von *Prunus* Grex *Calycopadus* u. Grex *Gymnopadus* Sect. *Laurocerasus*. — E. B. J. LII. 1915, S. 279—333.
190. Neues zur Gattung *Pygeum*. — E. B. J. LII. 1915, S. 334—345.
191. Die Kirschenarten Japans. — M. D. D G. XXVI. 1917, S. 1—65.
192. Fünf Mischlinge von *Prunus cerasifera* Ehrh. — M. D. D. G. XXVI. 1917, S. 66—71.

K. hat vom 1. Bande (1880) des Bot. Centralblattes an zahlreiche Referate für dieses geschrieben (u. a. z. B. über seine eigene Monographie der *Lythraceae*, III. (1880) 941 usw.); ferner hat er von 1883 an als Referent an der Botanischen Zeitung mitgewirkt (z. B. XLI. 1883, S. 150 über A. DE CANDOLLE, Orig. pl. cult.). Auch für ENGLERs Bot. Jahrbücher hat er referiert; z. B. über die ersten Lieferungen von C. K. SCHNEIDERs Illustr. Handbuch d. Laubholzkunde (XXXIV. (1905) Litt. 72).

Außerdem war er an folgenden Berichten beteiligt:

P. ASCHERSON u E. K., Bericht über die 26. (19. Frühjahrs-) Haupt-Versammlung des Bot. Vereins der Provinz Brandenburg. — V. Br., XIX 1877, S. I—XVII
— — 27. (8. Herbst-) H. — V. Br. XIX. 1877, S. XVIII—XXVIII.
— — 28 (20. Fr.) H. — XX. 1878, S. I-XLI.
— — 29. (9. H.) H. — XX. 1878, S. XLII-LVII.
— — 30. (21. Fr.) H. — XXI. 1879 (1880), S. I-X.
— — 32. (22. Fr.) H. — XXII. 1880 (1881), S. I-VI.
— — 33. (11. H.) H. — XXII. 1880 (1881), S. VII—XXXI.
— — 35. (12. H.) H. — XXIII. 1881. (1882), S. XVIII—XXXIII.
— — 37. (13. H.) H. — XXIV. 1882 (1883), S. XVI—XXII.
— — 38. (25. Fr.) H. — XXV. 1883. (1884), S. I—XXVII.
E. K. u. F. KURTZ, Bericht über die 31. (10. Herbst-) Hauptversammlung des Bot. Ver. Prov. Brandenburg. — V. Br. XXI. 1879 (1880), S. XV—XXI.
P. MAGNUS u. E. K., Ber. über die 46. (29. Frühjahrs-) Hauptversammlung des Bot. Ver. Prov. Brandenburg. — V. Br. XXIX. 1887. (1888), S. I—XVI.

Georg Klebs.

1857—1918.

Von

ERNST KÜSTER.

(Mit Bildnis.)

Nach einem Wort W. V. HUMBOLDTs ist kein anderer Zweck des menschlichen Daseins ausfindig zu machen, als daß seine kurze Spanne mit geistigen Dingen erfüllt werde. Wer diesen Satz anerkennt, wird GEORG KLEBS glücklich nennen; sein Leben war im höchsten Maße zweckvoll gelebt, da ihm die köstliche Fracht geistiger Güter aller Art voll und übervoll zu tragen vergönnt gewesen und bis zu den Tagen vergönnt geblieben, in welchen ein unerbittlicher Genius die Fackel löschte.

* * *

GEORG ALBRECHT KLEBS wurde am 23. Oktober 1857 zu Neidenburg in Ostpreußen geboren; er war das dritte Kind in der Familie des Staatsanwalts und späteren Konsistorialrats EMIL KLEBS.

Als GEORG KLEBS zur Schule kam, war Wehlau der Wohnsitz der Eltern; er besuchte seit Oktober 1864 die Wehlauer Realschule I. Ordnung, die ihn im August 1874 mit dem Zeugnis der Reife entließ.

In demselben Jahre nahm KLEBS das Universitätsstudium auf und ließ sich im Oktober bei der philosophischen Fakultät der Albertina in Königsberg immatrikulieren in der Absicht, Chemie zu studieren.

KLEBS kam ohne ausgesprochene Vorliebe für irgend eine Disziplin zur Universität. In einem Curriculum vitae, das er — vermutlich in Tübingen vor der Habilitation — verfaßt hat, berichtet er über sich selbst, daß ihn damals mehr „ein unklarer Drang nach Wissen überhaupt als ein bestimmtes Streben, einer speziellen Wissenschaft sich zu widmen“, erfüllt habe. „Neben Chemie trieb ich mit besonderer Leidenschaft Philosophie in dem Wahne, in ihr am meisten die Befriedigung meines Wissenstriebes zu finden, wurde aber natürlich zurückgewiesen auf das Studium der Naturwissenschaften.“

In seinen ersten Semestern verfaßte KLEBS eine kleine Schrift über die Beziehungen der KANTschen Ethik zu den moralischen Grundsätzen SCHILLERs; welcher der Strenge KANTs und seinen Forderungen das Element des Schönen als milderndes Prinzip gegenüberzustellen versucht habe. Die Schrift wurde im dritten Studiensemester ihres Verfassers der Universität vorgelegt und von ihr mit einem Preise ausgezeichnet.

Die späteren Semester finden GEORG KLEBS eifrig der beschreibenden Naturwissenschaften, der Zoologie und Botanik, beflissen. Seine Neigung schwankt zwischen diesen und der Chemie, bis ein plötzlich aufflammendes Interesse für Kunstgeschichte ihn jenen streitig macht.

In seinem fünften Semester erhielt KLEBs vom Botanischen Verein von Ostpreußen den Auftrag, den Kreis Heilsberg botanisch zu erforschen. Es scheint, daß der kleine Zwang zur Konzentration der Interessen des vielseitigen Studiosus auf seinen Bildungsgang und die Wahl eines Berufs entscheidenden Einfluß gehabt hat. In drei oder vier Sommermonaten durchstreift KLEBS das ihm zugewiesene Gebiet und legt noch in demselben Jahre den Bericht über seine Befunde dem Verein vor. Seit dieser Zeit tritt die Botanik durchaus in den Vordergrund seiner akademischen Tätigkeit. Im siebenten Semester löste er durch die Bearbeitung der Desmidiaceen Ostpreußens eine von der Universität gestellte Preisaufgabe.

Mit dieser Arbeit war über das Schicksal KLEBS' endgültig entschieden. Die Untersuchung über die Desmidiaceen lenkte die Aufmerksamkeit DE BARYs auf den jungen Autor. „Da hat sich ein junger Botaniker gemeldet“, sagte eines Tages DE BARY zu STAHL, „und seiner Meldung Untersuchungen über Desmidiaceen zugefügt; aus dem wird einmal was Rechtes.“ DE BARY bot ihm brieflich eine Assistentenstelle am Straßburger Institut an: „Meine Motive — so schrieb er — liegen einesteils in der Verständigkeit Ihrer Arbeit — andernteils in Ihrem Wunsche, in eine andere Atmosphäre zu kommen.“

In mehr als einer Beziehung war die Übersiedelung vom Nordostzipfel des Reiches nach seinen westlichen Grenzpfählen für KLEBS von allergrößter Bedeutung. KLEBS hatte bisher seine Heimat nicht verlassen können; er durfte nun Deutschland durchqueren und sah sich vom Pregel an den Rhein versetzt! Auch auf einen minder empfänglichen Geist hätte dieser Wandel der Dinge den tiefsten Eindruck machen müssen.

Dazu kam die finanzielle Sicherung, die mit der bescheidenen

Straßburger Anstellung für KLEBS verbunden war. Die wirtschaftliche Lage seines Elternhauses war die Ursache gewesen, daß er seine ganze Studienzeit daheim hatte verbringen müssen. Nun in Straßburg erst konnte er daran denken, die Flügel zu rühren.

Vor allem aber war es der Mann, zu dem ihn ein günstiges Geschick geführt hatte, ANTON DE BARY, dessen hinreißende Qualitäten, wie auf alle seine Jünger, so auch auf KLEBS stark und nachhaltig wirken mußten. In Königsberg war CASPARY sein Lehrer gewesen; KLEBS hat es nie bestritten, daß er seinem ersten Lehrer viel Gutes verdankte und hat seiner stets in Anerkennung gedacht. Was Lehren und Lernen und Forschen bedeuten, hat KLEBS aber erst in Straßburg erfahren. Es war „für mich der Beginn zu einem neuen Leben“.

Nach seinem eigenen Geständnis fing KLEBS erst bei DE BARY an, wissenschaftlich zu arbeiten.

Am 30. Januar 1879 promovierte er in Straßburg mit der Dissertation „über die Formen einiger Gattungen der Desmidiaceen Ostpreußens“.

So wurde KLEBS zum Botaniker. —

DE BARY hatte damals in Straßburg einen stattlichen Kreis von Schülern um sich: gleichzeitig mit KLEBS arbeiteten bei ihm ERRERA, ARTHUR MEYER, STAHL, MATTIROLO, PIROTTA und als junge Studenten BÜSGEN und ALFRED KOCH — mit vielen ist KLEBS zeitlebens in freundschaftlichen Beziehungen geblieben. Besonders herzlich wurde sein Verhältnis zu dem ihm ungefähr gleichaltrigen A. F. W. SCHIMPER, in dessen Elternhaus KLEBS Aufnahme und Anschluß fand, und dessen Erfahrungen in den Obliegenheiten des Institutsbetriebes und dessen Hilfsbereitschaft dem jungen Ostpreußen die Ausübung seines neuen Amtes leicht werden ließen.

Die schon in Königsberg betätigten Interessen für die niederen Organismen wurden auch in Straßburg durch algologische und mykologische Studien gepflegt; sie haben — wie wir wissen — nie aufgehört, KLEBS zu fesseln. Im April 1881 veröffentlichte er, angeregt und unterstützt durch DE BARY, in der Botanischen Zeitung neue „Beiträge zur Kenntnis niederer Algenformen“.

Ein Jahr Militärdienst bei dem Infanterie-Regiment Nr. 47 beschloß die Straßburger Zeit. —

Der Wunsch, seine Ausbildung möglichst vielseitig zu gestalten, führte ihn nach Würzburg zu JULIUS SACHS. Das Jahr, das KLEBS hier verbrachte, war reich an Anregungen, die freilich durch mancherlei Entbehrungen erkauft werden mußten, da Würzburg ihm keine Anstellung zu bieten hatte. Im Herbst 1881 berichtete KLEBS im Biologischen Zentralblatt über Protoplasmabewegung und im folgenden Jahre ebendort „über Symbiose ungleichartiger Organismen".

Nach Erledigung einer 8-wöchigen Militärübung in Straßburg, die ihm die Qualifikation zum Offizier eintrug, wandte sich KLEBS nach Tübingen. Seine Pläne hatten inzwischen klare Formen gewonnen: er wollte sich im Laboratorium PFEFFERs zur Habilitation vorbereiten.

KLEBS war gerade 25 Jahre alt, als er im Oktober 1882 nach Tübingen zog. Im folgenden Jahre erwarb er die venia legendi. Seine Lehrjahre liegen nunmehr hinter ihm: wir treffen in Tübingen den Forscher, der sich in dem anregungsreichen Kreise, den PFEFFER und seine zahlreichen Schüler bildeten, zu seiner ersten großen Arbeitsperiode rüstet.

Zwei Themata haben KLEBS in den Tübinger Jahren hauptsächlich beschäftigt; das eine bleibt nach wie vor die Lehre von den Mikroorganismen, das andere stand jenem nicht fern und galt dem Bau und der Physiologie der Pflanzenzellen.

Grundlegende Bedeutung kommt zunächst den Flagellatenforschungen KLEBS' zu, die er in Tübingen aufnahm und 1892 fortführte und noch in seinen letzten Lebensjahren durch eigene und durch Schülerarbeiten ergänzt hat. An STEINs Forschungen anknüpfend und seine Systematik berichtigend hat KLEBS die Stellung der Flagellaten zu den Protozoen und den verschiedenen Algengruppen, andererseits das Verhältnis der Volvocineen zu den Flagellaten präzisiert, hat die Vorgänge der Teilung der Flagellaten eingehend untersucht und den Bau ihres Protoplasten beschrieben.

Beiträge zur Zellenlehre brachten seine Studien über die Gallerte einiger Blaualgen, Peridineen, Flagellaten, Diatomeen und Chlorophyceen, ferner seine vielseitig wertvolle Abhandlung über die Physiologie der Pflanzenzelle. Angeregt wurden die ihr zugrunde liegenden Forschungen durch einige Beobachtungen an plasmolysierten Zellen: die Ermittlungen über die Trennung des Protoplasmas von der Zellwand und die Neubildung einer dem kontrahierten Protoplasten anliegenden Zellulosehülle gab KLEBS Veranlassung, auf die damals viel diskutierte Frage nach dem Wachstum der Membran einzugehen. Vor allem zeigte KLEBS in den 1888 erschienenen Beiträgen, in welcher Weise durch experimentelle Eingriffe in das Leben der Zelle — durch Plasmolyse, durch Zerschnürung des Protoplasten, durch vitale Färbung usw. —

ihre Lebensäußerungen und die Funktionen ihrer einzelnen Teile erforschbar werden. Eines der schönsten Resultate war die Feststellung der Beziehungen des Zellkernes zur Membranneubildung, und ein methodischer Fortschritt von großer Bedeutung der Nachweis, daß man durch Plasmolyse den Protoplasmaleib einer Zelle unschwer in ein kernhaltiges und ein kernloses Stück zerlegen und beide Hälften auf ihr Verhalten vergleichend prüfen kann.

Seinem Interesse an der Pflanzenzelle hat KLEBS wiederholt durch kritische Besprechungen der Arbeiten anderer Autoren und durch seine Forschungen über den Bau der *Hydrodictyon*-Netze Ausdruck gegeben. Die nachgelassenen Manuskripte zeigen, daß KLEBS noch in seinen letzten Lebensjahren den in Tübingen zuerst in Angriff genommenen Fragen nachgegangen ist.

Als drittes Thema, das KLEBS während der Tübinger Jahre sich wählte, kommt zu jenen beiden die Keimung der Pflanzen. Die umfangreiche Arbeit von 1885 schildert die Eigentümlichkeiten im Bau des Embryos zahlreicher Pflanzen, die Vorgänge der epigäischen und hypogäischen Keimung, viele im Bau der Samen und Keimlinge gefundene Anpassungserscheinungen u. a. m. Auf das Thema Pflanzenzelle und Zellmembran kommt hierbei KLEBS namentlich mit der Schilderung der eigenartigen Samenschalen von *Cuphea* und *Cobaea* zurück. — Die ökologische Betrachtungsweise, die viele Kapitel der Arbeit beherrscht, hat in den späteren Arbeiten KLEBS' keine oder nur mehr eine untergeordnete Rolle gespielt.

Im Jahre 1887, nachdem PFEFFER nach Leipzig berufen worden und VÖCHTING als sein Nachfolger von Basel nach Tübingen gezogen war, ging KLEBS nach Basel.

Eine glückliche Zeit hebt an: sie bringt ihm reiche Gelegenheit zum Lehren und Forschen, und aus den Händen seiner jungen Gattin Frau Luise, geb. SIGWART, der Tochter des Tübinger Philosophen, empfängt er das Glück des eigenen Herdes.

Das Haus an der Jakobstraße, in dem damals einige Räumlichkeiten als botanisches Institut dienten, war eng und seinen Zwecken wenig angemessen. Aber KLEBS und die Schülerschar, die sich um ihn sammelte, erfüllten die engen Räume mit produktivem wissenschaftlichem Leben; neben dem Leiter des Instituts wirkte SENN, sein Schüler und Assistent und treuer Freund. Selbst Korridore und Treppen standen dichtgedrängt voll Kulturschalen und Versuchen anderer Art; es entsteht eine Reihe wertvoller

Dissertationen und vor allem KLEBS' eigene Arbeiten über die Fortpflanzung der Thallophyten. In immer schärferen Umrissen beginnen sich Lebensaufgabe und Lebenswerk des Forschers abzuzeichnen.

Die Geschichte der Naturwissenschaften lehrt, daß oftmals eine zufällige Beobachtung zum Ausgangspunkt neuer Forschungsrichtungen geworden ist, wenn der Zufall seine Gabe in die Hände des richtigen Mannes gelangen ließ. In den ersten achtziger Jahren machte KLEBS die Beobachtung, daß sich bei der endophytischen Alge *Phyllobium* Gametenbildung mit bemerkenswerter Sicherheit durch Übergießen mit Wasser hervorrufen läßt. Seit jener Zeit hat der Gedanke, durch bestimmte Kombinationen der Außenweltsbedingungen den Entwicklungsgang der Organismen nach Belieben leiten und lenken zu können, KLEBS nicht mehr verlassen.

Prof G Klebs

In Basel reifen die ersten Arbeiten, welche über die Abhängigkeit der Fortpflanzungsprozesse von den Außenweltsbedingungen berichten, bis 1896 ein umfangreiches, zusammenfassendes Werk der Öffentlichkeit seine zahlreichen, mit unermüdlichem Beobachtungseifer vereinigten Ergebnisse über die Fortpflanzungsphysiologie der Algen und Pilze übergibt.

Die grundlegenden Gedanken des Werkes, welche allen späteren Arbeiten KLEBS' ihre Richtung geben, werden schon in den ersten, dem Hauptthema seines Lebens gewidmeten Veröffentlichungen niedergelegt, die sich mit der Fortpflanzungsphysiologie des Wassernetzes *(Hydrodictyon)* befassen.

Der Wechsel verschiedener Fortpflanzungsprozesse, den man in der Natur an vielen Thallophyten sich regelmäßig abspielen sieht, ist nicht der Ausdruck eines inneren, den Organismus beherrschenden Gesetzes, sondern — wie KLEBS dargetan hat — lediglich die Reaktion der Zellen auf bestimmte Außenweltsbedingungen. Aufgabe des Forschers ist es, zu ermitteln, was für Entwicklungsmöglichkeiten einer Zelle oder einem Organismus durch die ihnen eigene „spezifische Struktur" gegeben sind, und in welcher Weise, d. h. mit Verwirklichung welcher von jenen verschiedenen Entwicklungsmöglichkeiten der Organismus auf diese oder jene Kombination der Außenweltsbedingungen reagiert. Durch geduldiges Probieren und durch möglichst mannigfaltiges Kombinieren aller dem Experiment zugänglichen Außenweltsbedingungen sind diejenigen zu finden, unter welchen ein Organismus in vegetativem Wachstum sich betätigt oder zu ungeschlechtlicher oder geschlechtlicher Fortpflanzung schreitet. Diese Arbeit muß für jede Spezies eigens geleistet werden.

Ist die Erkenntnis der erforderlichen Bedingungen für jeden Entwicklungsprozeß gelungen, so hat der Forscher es in der Hand, nach Belieben den von ihm kultivierten Organismus bald zu diesen, bald zu jenen Wachstums- und Gestaltungsprozessen zu veranlassen, und er ist in der Lage, den Organismus — wie KLEBS es gern nannte — zu „beherrschen".

Bereits in den ersten Arbeiten, die KLEBS auf dem Weg zu diesem Ziele zeigen, finden sich die Distinktionen, deren er sich in allen späteren Arbeiten bedient. Die äußeren Bedingungen, welche auf die Bildung der Fortpflanzungsorgane und überhaupt auf die Gestaltungsprozesse einer Pflanze Einfluß haben, sind entweder „allgemeine" Bedingungen, d. h. solche, die für jeden Wachstums- und Gestaltungsprozeß bedeutungsvoll sind — oder

„spezielle“. Die letzteren sind die Voraussetzung für bestimmte Gestaltungsleistungen der Pflanze.

Von den in der Außenwelt verwirklichten Bedingungen und den von ihnen bewirkten Reizen führt die Kausalkette über die „inneren Bedingungen“ zu der Gestaltungsreaktion des Organismus. Als innere Bedingungen bezeichnet KLEBS die durch Ernährung, Belichtung und auf vielen anderen Wegen weitgehend beeinflußbaren Zustände der lebendigen Zelle — die chemische Zusammensetzung, die Reaktion, die Konzentration des Zellsaftes, die Wirksamkeit der in ihnen enthaltenen Fermente usw. —, die ihrerseits die Wachstums- und Gestaltungstätigkeit des Organismus in der einen oder anderen Weise beeinflussen.

Mit den „inneren Bedingungen“, in welchen ein von außen her die Pflanze treffender Reiz die Zellen findet, wechselt die Reaktionsfähigkeit der Organismen bestimmten äußeren Bedingungen gegenüber. Die Vorgeschichte des Versuchsmaterials, d. h. die Bedingungen, unter welchen der Organismus vor Beginn des Versuchs gelebt hat, sind für den Ausfall des Experiments nicht immer gleichgültig, da sie die Organismen, die in ihnen herrschenden „inneren Bedingungen“ und ihre Reaktionsfähigkeit weitgehend und in verschiedenster Weise beeinflussen können.

Von der Ursache eines Entwicklungsgeschehens zu sprechen, vermeidet KLEBS. Die Wachstumsprozesse sind nach ihm von einem ganzen Komplex verschiedenartiger und verschiedenwertiger Bedingungen abhängig. Aufgabe des Forschers ist es, alle erkennbaren Bedingungen jedes einzelnen Vorganges zu ermitteln.

Wie man dieser Aufgabe gerecht zu werden vermag, hat KLEBS vor allem mit seinen Mitteilungen über *Vaucheria*, *Hydrodictyon*, *Chlamydomonas* und *Eurotium*, später noch durch seine Arbeiten über *Saprolegnia* und *Sporodinia* klassisch dargetan. Hohe Temperaturen veranlassen bei *Vaucheria* eine Überproduktion von Antheridien; *Vaucheria* und *Oedogonium* beanspruchen zur Bildung ihrer Sexualorgane Licht; auf die Bildung von Konidien hat die Transpiration bestimmenden Einfluß; *Sporodinia grandis* macht die Entwicklung geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzungsorgane von der chemischen Zusammensetzung des Nährmediums abhängig: bei kohlehydratreicher Ernährung entstehen Zygosporen, bei eiweißreicher Nahrung Sporangien, — ich nenne hier nur einige der zahlreichen Resultate, die sich auf die Entwicklungsmechanik der Vermehrungsorgane beziehen. Wie stark die äußeren Bedingungen auch die vegetativen Merkmale der Algen und Pilze beeinflussen, wurde an *Stigeoclonium* erkannt, dessen Verzweigung und Behaarung je nach Belichtung und Ernährung in stehendem und fließendem Wasser verschieden ausfallen; *Mucor racemosus* schließlich bildet anstatt des typischen unseptierten Myzels auf starken Zuckerlösungen oder bei anaerober Lebensweise vielzellige Hyphen und wächst auf zitronensaurem Medium zu „Riesenzellen" heran.

Eine weitere Kategorie seiner Ermittlungen bezieht sich auf die Temperaturgrenzen, innerhalb der sich bestimmte Gestaltungsprozesse abwickeln können. KLEBS stellt fest, daß verschiedene Gestaltungsprozesse der nämlichen Spezies an die Temperatur verschiedene Ansprüche machen und die Lage ihrer Minima und Maxima verschieden ist. Für *Sporodinia grandis* ist vegetatives Wachstum schon bei 1—2 ° und noch bei 31—32 ° möglich, Sporangien werden zwischen 5—6 ° und 29—30 °, die Zygosporen bei 5—6 ° und 27—28 ° gebildet.

KLEBS Arbeiten haben die Entwicklungsmechanik der niederen Organismen begründet und haben gleichzeitig die Systematik der Algen aufs beste gefördert. Niemals vor KLEBS sind Algen oder Pilze so vielseitig variierten Kulturmethoden unterworfen worden, wie es seine Fragestellungen erheischten, und erst durch seine Arbeitsweise und seine Reinkulturen wurde es möglich, über die Gestaltungsmöglichkeiten, die einer Spezies zukommen, sich zuverlässig zu informieren. KLEBS' Studien machten klar, daß erst durch die Kultur einer Alge ermittelt werden kann, welche von ihren Merkmalen variabel und welche für die Systematik brauchbar sind *(Stigeoclonium)*, und zeigten ferner, daß mit der Lehre von der Polymorphie der Algen (KÜTZING, HANSGIRG, CHODAT u. a.) endgültig gebrochen werden mußte. Als besonders wirkungsvolles Beispiel für die Leistungsfähigkeit seiner Methoden ist die von ROSTAFINSKI vorgetragene, von KLEBS richtiggestellte Lehre vom Entwicklungsgang des *Botrydium granulatum* bekannt: KLEBS zeigte, daß unter den von ROSTAFINSKI und WORONIN beschriebenen Formen sich ein fremder Organismus, *Protosiphon botryoides*, verbirgt, der irrtümlicherweise für eine Entwicklungsphase des *Botrydium* gegolten hatte.

1892—93 war KLEBS Rektor der Baseler Universität. Seine Rektoratsrede vom 10. November 1893 „über das Verhältnis des männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur" berichtet über die zahlenmäßigen Beziehungen zwischen ♂ und ♀ bei Tieren und Pflanzen, über die Möglichkeit, im Experiment Geschlecht und Geschlechtsverteilung zu beeinflussen und über das Wesen der Sexualität und der Vererbung. Auf seine eigenen Forschungen kommt KLEBS in der Rede mit dem Hinweis auf seine oben schon erwähnten *Vaucheria*-Versuche zurück.

* * *

In der Mitte der neunziger Jahre konnte KLEBS ein neues botanisches Institut in Basel einrichten. Kaum hatte er es eröffnet, da führte ihn 1898 ein Ruf von Basel nach Halle, wo er als Nachfolger des nach Würzburg berufenen Pflanzenphysiologen G. KRAUS wirken sollte.

Auch hier mußte zunächst bei der Umgestaltung des alten Laboratoriums und dem Neubau eines neuen viel Arbeit geleistet werden. Im Sommer 1900 wurden das neue Laboratorium und der neue Hörsaal dem Gebrauch übergeben.

Die Forschungsmittel, die das neue Hallenser Institut seinem Leiter an die Hand gab, waren für die weitere Entwicklung seiner Forschertätigkeit von maßgebender Bedeutung. Er erzählte gern in scherzhafter Übertreibung, daß er für höhere Pflanzen sich erst interessiere, seitdem in Halle ein zweckmäßig mit dem Institut verbundenes Glashaus Gelegenheit zur Phanerogamenkultur gebe. Einen großen Teil seines Arbeitstages verbrachte er jahraus jahrein vor seinen Gewächshauskulturen.

Die neue Schaffensperiode, die mit der Berufung nach Halle beginnt, bringt eine Fortsetzung der früher betriebenen kryptogamischen Studien, die namentlich durch zahlreiche wertvolle Schülerarbeiten fortgeführt werden; vor allem aber wird sie durch die entwicklungsmechanische Beschäftigung mit den Phanerogamen gekennzeichnet, die KLEBS auf so breite Basis wie möglich zu stellen sich bemühte. Garten und Institut dienten seinen langen Versuchsserien. Große Thermostaten wurden gebaut, Verdunkelungsvorrichtungen verschiedener Art ersonnen, eingehende Studien über Farbfilter getrieben, rote, blaue und gelbe Gewächshäuschen konstruiert und später eine Abteilung des Instituts für die chemische Untersuchung der unter verschiedenen Wachstumsbedingungen gehaltenen Versuchspflanzen eingerichtet. Dankbar erinnert sich der Verfasser der sieben Jahre, während welcher es ihm vergönnt war, an der in Halle geleisteten Institutsarbeit mitzuwirken, und die er in ungetrübter Harmonie an der Seite eines Mannes verbringen durfte, dem freudig zu geben und gütig zu lehren Bedürfnis war.

Nach einigen kurzen vorläufigen Mitteilungen gibt KLEBS mit seinem Buch über „willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen“ zusammenfassenden Bericht über den neuen Zweig seiner Tätigkeit. Um dieselbe Zeit hat sich KLEBS wohl schon mit dem

Gedanken vertraut gemacht, sein großes Baseler Werk über die Fortpflanzungsphysiologie der Protobionten, das ursprünglich auf mehr als einen Band berechnet war, als Torso bestehen zu lassen.

Das Forschungsziel — darüber hat sich KLEBS schon 1903 ausgesprochen — konnte den höheren Pflanzen gegenüber, deren Zellen und Organe durch die mannigfaltigsten chemischen und physikalischen, kaum schon erforschten Wechselwirkungen auch in ihren Gestaltungsprozessen sich gegenseitig dauernd beeinflussen, keinesfalls so wie bei den Thallophyten formuliert werden. So prompte und eindeutige Reaktionen auf den Wechsel der äußeren Bedingungen, so befriedigende entwicklungsmechanische Analysen jedes einzelnen Gestaltungsprozesses und eine so vollkommene „Beherrschung“ wie bei den niederen Gewächsen ließ sich bei den höheren nicht erwarten. Als seine Aufgabe bei der kausalen Erforschung der Gestaltungsprozesse der Phanerogamen hat es KLEBS bezeichnet, den Nachweis dafür zu erbringen, „daß gewisse Entwicklungsvorgänge in einer kausalen Abhängigkeit von bekannten äußeren Bedingungen stehen“, daß sie sich willkürlich hervorrufen lassen, und daß ihre in der Natur beobachtete Folge nicht „als eine durch die innerste Natur des Organismus notwendig begründete Eigenschaft“ anzusehen ist.

Es gelang KLEBS, Blütentriebe durch bestimmte Kulturbedingungen in vegetative zu verwandeln, vegetative Triebe, die normalerweise nicht geblüht hätten, zur Blütenbildung zu bringen und schließlich Individuen geeigneter Arten zu ständigem vegetativem Wachstum anzuregen und Blütenbildung dauernd auszuschließen. Durch geeignete Kulturmethoden wurde es möglich, das Lebensalter der Pflanzen zu erhöhen und Gestaltungsprozesse herbeizuführen, die den Gesetzen der Polarität nicht entsprachen.

Spätere ähnlich orientierte Studien befassen sich namentlich mit *Sempervivum*; die Aufgabe, die für diese Gattung wirksamen Bedingungen der Blütenbildung zu erforschen, hat KLEBS in Halle viele Jahre und später noch bis in seine letzte Lebenszeit beschäftigt. Nicht nur die Sproßformen der Semperviven erwiesen sich als plastisch, d. h. einer experimentellen Beeinflussung zugänglich, sondern namentlich auch die Blüten in allen ihren Merkmalen. Mit der Beschreibung der von ihm erzielten Blüten-Mißformen hat KLEBS programmäßig gezeigt, was eine experimentelle Teratologie sich für Aufgaben zu stellen hat, und was für Aufschlüsse sie verspricht.

Die Kultur von *Sedum* und *Sempervivum* unter den verschiedensten Bedingungen gab KLEBS ein so umfangreiches Zahlenmaterial für die Fragen der experimentellen Variationslehre an die Hand, wie es vor ihm noch niemals gesammelt worden war. KLEBS konstatierte, daß jede Variation eine Wirkung ungleichmäßiger Lebensbedingungen ist, und daß der Charakter der Variation seinerseits mit den Außenbedingungen deutlich variiert. KLEBS zeigte, daß man durch Kultur der Spezies unter verschiedenen Bedingungen einander völlig unähnliche Variationskurven erhält, daß Merkmale, welche unter bestimmten Bedingungen konstant oder nahezu konstant sind, unter anderen Bedingungen sehr variabel werden, und daß sich durch Variation der Kulturbedingungen neben kontinuierlichen auch diskontinuierliche Variationen und „neue" Merkmale erzielen lassen (Apetalie, Petalodie usw.). „Es gibt keine für das Merkmal allgemein gültige normale Kurve; es gibt nur eine Kurve für eine gewisse Kombination von Bedingungen z. B. von grade vorhandenen in der freien Natur", — eine für die Variationslehre sehr bedeutungsvolle Erkenntnis. Einen prinzipiellen Unterschied zwischen Variation und Mutation glaubt KLEBS ablehnen zu sollen.

Dieselbe Arbeit bringt KLEBS' erste Mitteilungen zur physiologischen Chemie der höheren Pflanzen. Wiederholt hat KLEBS über die Bedingungen des Blühens der Pflanzen sich dahin ausgesprochen, daß das Verhältnis der in der Pflanze enthaltenen Assimilate zu den mineralischen Bestandteilen und dem Wasser der entscheidende Faktor ist. Einige an *Sempervivum* und *Sedum* vorgenommenen Analysen bestätigen die Hypothese.

In einer seiner letzten Arbeiten, auf die hier bereits hingewiesen werden darf, hat KLEBS die kausale Analyse der Blütenbildung für *Sempervivum* am weitesten fördern können. KLEBS findet, daß nur die „blühreifen" Rosetten durch experimentelle Eingriffe zum Blühen gebracht werden können, und daß die Aufgabe des Experimentators es zunächst sein muß, den Objekten die Blühreife zu geben. Das geschieht durch reichlichen Lichtgenuß, starke Transpiration und geringe Nährsalzzufuhr.

Von großem Interesse für die physiologisch-orientierte Pflanzengeographie sind KLEBS' Ermittelungen über die kombinierte Wirkung von Licht und Temperatur auf das Blühen der Semperviven. Je schwächer die Belichtung, um so stärker wird die Blühreife durch steigende Temperatur gehemmt; bei Frühjahrslicht genügt eine mittlere Temperatur von 20°, im Dunkeln schon eine solche von 15°, um den blühreifen Zustand zu vernichten.

Die Erfolge der KLEBSschen Experimentierkunst waren so groß, viele der von ihm experimentell hervorgerufenen Formwandlungen so überraschend, daß es verständlich ist, wenn KLEBS die Macht des Experiments immer höher einschätzte und keine an Organismen wahrgenommene Verkettung von Geschehnissen für fest genug hielt, daß sie nicht durch geeignete Versuchsanstellung gelockert und gelöst werden könnte. Dieser Glaube an die Macht des Experiments gab seinem Forschen eine starke Zuversicht und gab ihm die Kraft zu hartnäckiger, stets variierter Wiederholung seiner Versuche, die ihn schließlich über die Unzugänglichkeit widerstrebender Objekte triumphieren ließ. Gesprächsweise deutete KLEBS gelegentlich an, daß recht wohl auch anderen botanischen Wissenszweigen — wie der Zytologie oder der Reizphysiologie — durch die von ihm inaugurierten Methoden der Kultur neue, verheißungsvolle Bahnen erschlossen werden könnten. Auch der Gedanke, daß der Generationswechsel der Bryophyten oder Pteridophyten durch das Experiment verändert oder gar ausgeschaltet werden könne, hat ihn ständig beschäftigt. Ob die von ihm hierbei angedeuteten Themata jemals ernsthaft von ihm in Angriff genommen worden sind, ist nicht bekannt. Vielleicht sind die Studien über Farnprothallien, auf die sogleich zurückzukommen sein wird, durch sein Interesse an der entwicklungsmechanischen Aufklärung des Generationswechsels angeregt worden. Ferner haben sich in den hinterlassenen Manuskripten Notizen über die Beeinflussung der Statolithenstärke der Liliaceen durch Änderungen der Außenbedingungen gefunden, die an seine Äußerungen über Geotropismus zu erinnern scheinen.

* * *

1907 folgte — nach PFITZERs Tod — KLEBS einem Ruf nach Heidelberg.

KLEBS ging gern und von freundlichen Hoffnungen und Erinnerungen geleitet von der Saale an den Neckar zurück. Eine Reihe nur allzu flüchtiger, aber glücklicher Jahre ist ihm in Heidelberg beschieden gewesen, bis der Krieg und mit ihm Leid und Sorge kamen.

Auf die Forschungsergebnisse der vierten und letzten Schaffensperiode durfte schon oben verwiesen werden, da vielfach dieselben entwicklungsmechanischen Fragen, die KLEBS in Halle in Angriff genommen hatte, ihn auch in Heidelberg noch ständig beschäftigt haben. Die kleinen Gewächshäuser, die sich neben dem Heidelberger botanischen Institut befinden, waren ihm für seine Versuche sehr wertvoll; als drückend hat es KLEBS oft empfunden, daß der in der Bergheimer Straße gelegene botanische Garten nahezu einen Kilometer von dem Institut entfernt lag. Kurz vor dem Kriege wurde der Garten noch weiter hinausverlegt; seine Einrichtung hat KLEBS nicht mehr vollenden können, da der Krieg einen großen Teil des Geländes dem Gemüsebau dienstbar zu machen zwang. Als Assistent und Mitarbeiter wirkte Prof. TISCHLER viele Jahre an seiner Seite.

Das große Ereignis der Heidelberger Zeit ist die Tropenreise, die KLEBS 1910 und 1911 über Sibirien und Japan nach Java und Indien führte. 1912 folgte die mit zahlreichen Botanikern veranstaltete Fahrt nach Armenien, dem Kaukasus und Südrußland, und 1913 eine Reise nach Ägypten, dessen Wunder er zusammen mit seiner Gattin erlebte.

Botanisch weitaus am ertragreichsten waren die Fahrt nach Japan und der zusammen mit Prof. SENN aus Basel verbrachte Aufenthalt in Java. Außer der Bekanntschaft mit vielen wichtigen tropischen Pflanzenformationen brachte ihm die Reise eine Fortführung seiner bisherigen Versuche im denkbar weitesten Rahmen: sie gestattete ihm, sich über das Verhalten der Pflanzen unter den verschiedensten klimatischen Bedingungen zu belehren und sogar geeignete Gewächse aus einem Klima in das andere zu übertragen — eine Wiederholung früherer im Gewächshaus durchgeführter Versuche mit Mitteln, die alle daheim geübte Experimentierkunst in Schatten stellen mußte.

Die Anregungen, die der Aufenthalt in Buitenzorg gebracht hat, spiegeln die in Heidelberg verfaßten Abhandlungen über die Rhythmik des Pflanzenwachstums oder den Wechsel zwischen Wachstum und Ruhe. KLEBS sieht in diesem nicht den Ausdruck einer erblich fixierten Eigenschaft der Pflanzen, deren innere Veranlagung und Struktur eine der Wachstumsperiode folgende Ruhezeit fordern, sondern eine Reaktion der Pflanze auf bestimmte Außenbedingungen. In der Tat gelang es KLEBS, Stauden, die normalerweise eine winterliche Ruheperiode durchmachen, in den Tropen zu dauerndem Wachstum zu bringen — einheimische Baumarten, die hartnäckig allen Treibversuchen zu widerstehen schienen, schließlich doch zum Aufgeben ihrer typischen Ruheperiode zu „zwingen“, und selbst Tropenbäume, die trotz der Konstanz der klimatischen Bedingungen in ihrer Heimat periodisch sich entwickeln, in Heidelberg durch geeignete Kulturbedingungen mehrere Jahre hindurch zu kontinuierlichem Wachstum anzuregen. Bei *Pithecolobium Saman* kann man nach KLEBS' eigenen Worten (1915) „mit der gleichen Sicherheit Wachstum oder Ruhe bewirken wie bei einer *Vaucheria* Zoosporenbildung oder geschlechtliche Fortpflanzung, oder wie bei einer chemischen

Substanz den flüssigen oder festen Zustand“. — Die Worte geben in Kürze eine Vorstellung von dem Ziele, das KLEBS auch bei seinen Phanerogamenstudien vorschwebte.

Bei seinen Treibversuchen, durch welche KLEBS sich bemühte, einheimische Bäume zur Abkürzung oder zu völliger Aufgabe ihrer winterlichen Ruhezeit zu veranlassen, hat namentlich die Buche seine Geduld auf eine harte Probe gestellt. Schließlich gelang es ihm, durch Kultur im „elektrischen Lichtraum“, d. h. durch Bestrahlung mit 400—1000-Kerzenlicht, die Winterknospen der Buche jederzeit zum Treiben zu bringen (1914).

Große Bedeutung maß KLEBS der Versorgung der Pflanzen mit Mineralbestandteilen bei. Durch rhythmische Salzzufuhr und Salzentziehung gelang es ihm bei manchen Objekten, rhythmische Wachstumsprozesse hervorzurufen. Die Ergebnisse führten ihn zu der Annahme, daß auch in der freien Natur manche rhythmische Prozesse vielleicht auf eine im Erdreich unter der Einwirkung wachsender Pflanzen automatisch steigende und fallende Salzzufuhr zurückzuführen seien. Wie Belichtung und andere Außenbedingungen hätte auch die Salzversorgung auf die „inneren Bedingungen“ entscheidenden Einfluß; unter diesen hat KLEBS in seinen letzten Schriften Änderungen in der fermentativen Tätigkeit der Zellen wiederholt als besonders wichtig hervorgehoben.

Ob die Deutungen, die KLEBS seinen Befunden gegeben hat, immer die richtigen gewesen sind, wird zukünftige Forschung zu entscheiden haben; aber der von ihm angestrebte Nachweis des tiefgreifenden Einflusses der Außenweltbedingungen auf die verschiedenen Formen des Wachstums der höheren Pflanzen ist erbracht, eine Fülle wertvollen Tatsachenmaterials durch die Planmäßigkeit und Ausdauer seines Experimentierens zutage gefördert, und die Bahnen sind uns gewiesen worden, auf welchen die endgültige Lösung der von KLEBS aufgeworfenen Fragen zu suchen ist. —

In seinen letzten Heidelberger Jahren hat KLEBS noch einmal auf die in Nährlösungen bequem kultivierbaren niederen Pflanzen zurückgegriffen und die Entwicklung der Farnprothallien nach seinen Gesichtspunkten untersucht. Drei umfangreiche Abhandlungen bringen den Bericht über äußerst subtile Züchtungsversuche, und namentlich die Diskussion über die Wirkung des Lichtes auf die Prothallien. Rotgelbe und blauviolette Strahlen haben, wie KLEBS zeigt, auf die Teilprozesse des Entwicklungsganges verschiedenen Einfluß: die rotgelben fördern die Keimung und das Streckungswachstum der Zellen, die blau violetten Strahlen hemmen dieses und jene und fördern die Teilungsvorgänge. Die Wirkung des Lichtes wird auch bei diesen Organismen durch seinen Einfluß auf die fermentative Tätigkeit der Zellen erklärt. —

Die vieljährige Dauer der von KLEBS durchgeführten Versuchsserien mußte zum Vergleich zwischen Elternpflanzen und Nachkommenschaft anregen. Namentlich in zwei über *Sempervivum* (1909) und *Nicotiana* (1916) berichtenden Arbeiten hat KLEBS wertvolle Beiträge zur experimentellen Vererbunglehre geliefert.

Durch gewaltsame Eingriffe in die Infloreszenzen von *Sempervivum Funkii* konnte KLEBS aus Blattachseln, die normalerweise steril bleiben, abnorm gebaute Blüten hervorgehen lassen. Die von ihnen gewonnenen Samen ließen eine Nachkommenschaft entstehen, von welcher einige Individuen — unabhängig von allen Eingriffen — ähnliche Blütenanomalien aufwiesen wie die Mutterpflanzen.

Die dem Tabak gewidmete Abhandlung beschreibt eine in den Kulturen des Verfassers aufgetretene, durch abweichende Blütenbildung ausgezeichnete „*lacerata*“-Form, die Aufspaltungsverhältnisse ihrer Nachkommenschaft und die Ergebnisse verschiedener mit ihr durchgeführter Kreuzungsversuche. —

Von den Arbeitsplänen, die KLEBS in den letzten Jahren beschäftigt haben, ohne daß sie zur Vollendung gereift wären, geben die von ihm hinterlassenen Manuskripte Bericht. Es fanden sich unter ihnen Notizen über die Vererbung induzierter Anomalien bei *Verbascum*, über die Beeinflussung von Wasserpflanzen bei verschiedener Lichtintensität bei submerser und terrestrischer Lebensweise (*Nasturtium*, *Lysimachia*, *Glechoma* u. a.), über die Polarität bei *Coleus*, die Variabilität bei Bohnen, über Knollenbildung bei *Solanum tuberosum*, über Wachstumsmessung bei tropischen Bäumen, ferner Fortsetzung seiner Studien am Tabak, an *Sempervivum*, neue Mitteilungen über die Periodizität der Bäume und das Verhalten der Farnprothallien, sowie die schon oben erwähnten Notizen über Statozystenstärke.

Von den Gedanken, die KLEBS in den von ihm vorbereiteten Abhandlungen zum Ausdruck bringen wollte, geben die hinterlassenen Papiere leider nur unvollkommene Auskunft. Vieles ist allzu fragmentarisch, nicht weniges unleserlich, druckreif nur eine Abhandlung über das Verhalten der Farnprothallien gegenüber Anilinfarben. KLEBS zeigt in ihr, daß die Membran der grünen Prothallienzellen und der Rhizoiden sich gegenüber Kongorot und anderen Farbstoffen verschieden verhalten: diese färben sich, jene bleiben ungefärbt. Mit dem Tode der grünen Zellen kommt dieser Unterschied in Fortfall. KLEBS weist nach, daß ein vielleicht zu den Fetten gehörender Körper, der in den Membranen lebender Zellen eingelagert ist und die Färbung zunächst hindert, beim Absterben der Zelle schwindet. Basische Farbstoffe werden von den Zellen leicht aufgenommen, wirken aber giftig; von sauren Farbstoffen sah KLEBS die hochkolloidalen Farben Galleïn und Wollschwarz in die Zellen permeïren.

* * *

GEORG KLEBS hatte durchaus die Natur des Forschers; Forschen war ihm Bedürfnis, es war sein leidenschaftlich genossenes Glück, und als der Krieg ihm so schweres Leid — noch bitterer als so vielen anderen Vätern — brachte, blieb ihm das Forschen ein nie versagender Trost:

„Sei es mein einziges Glück, dich zu berühren, Natur!“

Ihm ungestört sich hingeben zu können, war ihm niemals besser vergönnt als in Buitenzorg. „Wenn ich jetzt zurückblicke — so schreibt er Mitte Februar 1911 beim Abschied von Java — auf die hier verbrachten Monate, so muß ich sagen, es war eine glückliche Zeit. Ich bin hier meinem Ideale nahe gekommen, indem ich in einer gleichmäßig ruhigen und heiteren Gemütsstimmung war, in der die kleinen Unbequemlichkeiten und Unannehmlichkeiten des täglichen Lebens nicht die leiseste Spur zurückließen.“

Bei aller Emsigkeit, mit der KLEBS jahrzehntelang Tag für Tag bis in die späten Nachtstunden über Büchern und Papier seinen Forschungen oblag, und bei aller Mühe, die die schriftliche Formulierung seiner Gedanken ihm oftmals bereitete, blieben ihm gleichwohl noch viele Stunden zur Befriedigung anderer Interessen frei.

Seit seiner Studentenzeit hat sich KLEBS vor allem die Liebe für die bildende Kunst und das Interesse an der Kunstgeschichte bewahrt. Oft hat er in reifen Jahren noch beklagt, welche Hemmungen zur Zeit seines Studiums der Mangel an guten, billigen Reproduktionen für seinen Lerneifer bedeutete. Jahre verstrichen, bis es zu nachhaltiger eigener Anschauung kam, und bis ihm die Tübinger Stellung gestattete, die Mittel zu einer ersten Reise nach Italien zu erübrigen.

Seit dieser Zeit ist Reisen sein Bedürfnis geblieben. Zumeist mit seiner Gattin hat er fast alle bedeutenden Kunststätten Europas gesehen, vor allem und immer wieder Italien, ferner Griechenland, Kreta und die ägäischen Inseln aufgesucht, viele Teile der Alpen und den Kaukasus bereist, in Algier, Tunis und Ägypten, in Japan und Indien neue Welten kennen gelernt. Durch Schauen sich reich zu machen war eine Kunst, die er auf kleinen und großen Fahrten hingebungsvoll und unermüdlich geübt hat, und die seine Reiseschilderungen von den japanischen Vulkanen und dem tropischen Regenwald, dem Garten von Kalkutta und der Tempelstadt von Rangoon, von der Irawadimündung, den Gangesufern und hundert andern Reiseeindrücken so anschaulich macht. Nichts kennzeichnet vielleicht besser seine Jugendfrische und geistige Assimilationskraft, als die leidenschaftliche Art, mit der er vor einem neuen bedeutenden Kunstwerk oder bei irgend einem andern seinen Augen sich darbietenden Genuß seinem Bedürfnis, den geistigen Gehalt des Geschauten sich restlos anzueignen, zu genügen trachtete.

Fa' del mio corpo tutto un occhio solo;
Nè sia poi parte in me che non ti goda.

Zur Freude am Genießen gesellte sich stets der Wunsch nach geschichtlichem Erkennen. In jahrelanger Sammeltätigkeit hat KLEBS um sich eine Sammlung kunsthistorischen Abbildungsmaterials vereinigt, um das ihn mancher Fachmann hätte beneiden können. Mit großem Eifer bemühte er sich um die Märchenliteratur aller Zeiten und Völker. NIETZSCHE und SCHOPENHAUER waren seine bevorzugte philosophische Lektüre. SPINOZA begleitete ihn auf seiner Tropenfahrt. GOETHE und KLINGER, GOTTFRIED KELLER und SEGANTINI, HEBBEL und BÖCKLIN, auch MÖRICKE und SCHWIND waren vielleicht diejenigen Künstler, die am stärksten zu ihm sprachen; von Stadt zu Stadt begleitete ihn die Melancholie DÜRER's, die Londoner Venus des VELAZQUEZ, LEONARDO's Mona Lisa und ein Bildnis von JAKOB BURCKHARDT als Schmuck seines Arbeitszimmers. Die Liebe zu den alten Meistern hat aber niemals die zeitgenössische Kunst von ihm ferngehalten; auch den Jüngsten vom deutschen Parnass schenkte er liebevolle Aufmerksamkeit, und mit den schönsten Hoffnungen verfolgte er namentlich JOHST's Wirken.

Die freie Zeit, die KLEBS diesen allen und überhaupt seinem Interesse an Dichtung, Bühne und Musik, Philosophie und Geschichte widmete, gewann er durch die Schnelligkeit, mit der er trockene Berufsgeschäfte zu erledigen verstand, und die Beharrlichkeit, mit der er zeitraubende Pflichten des gesellschaftlichen Lebens einzuschränken für richtig hielt.

„Leben heißt tief einsam sein.“ Man nehme sein Wort nicht als den Wahlspruch eines der Welt grollenden Pessimisten, sondern als das Bekenntnis dessen, der sich „ohne Haß vor der Welt verschließt“, weil er in der Einsamkeit und im Verkehr mit wenigen Guten besseres Genügen findet als im Rauschen der Menge.

Die Zahl derer, die in seinem Hause verkehrten, war stets gering; die übrigen lernte er — von GOETHE beraten — „dulden, wenn sie brauchbar sind“. In Tübingen verdankte er namentlich dem Verkehr mit den beiden vielseitig interessierten Anatomen FRORIEP und HENLE sehr viel Anregungen. In Basel war JAKOB BURCKHARDT die für ihn wertvollste Freundschaft; dem persönlichen Umgang mit ihm und der Lektüre seiner Bücher verdankte er außerordentlich viel. BURCKHARDT blieb ihm Urbild und Ideal eines Gelehrten. Am hundertsten Geburtstag BURCKHARDTs, am 25. Mai 1918, hielt KLEBS in seinem Heidelberger Hause eine kleine Feier; die Rede, die er dabei hielt, wird demnächst herausgegeben werden.

Später wurde BURCKHARDTs Nachfolger WÖLFFLIN sein Freund; mit ihm trafen sich der Archäologe DÜMMLER, der Arabist und Sanskritforscher AD. MEZ, der Religionswissenschaftler BERTHOLET, der Physiologe BUNGE, der Gynaekologe FEHLING und Frau FEHLING, sowie der Musiker HANS HUBER oft in KLEBS' Hause.

In Halle haben vornehmlich der Philosoph ALOIS RIEHL und Frau RIEHL, der Kunsthistoriker ADOLF GOLDSCHMIDT, der Physiker DORN und der Bibliothekdirektor GERHARDT Verkehr mit ihm gepflegt. Auf seinen Tischen fanden die Gäste neue Erscheinungen des Büchermarktes, alte und neue Bildermappen, Erinnerungen an Italien und andere Dinge, die der Unterhaltung bald die Richtung gaben, die dem im Hause KLEBS gepflegten Ton entsprach.

In Heidelberg gehörten wiederum der Kunsthistoriker CARL NEUMANN, der Kirchenhistoriker TRÖLTZSCH, der Historiker ONCKEN und dessen Frau, der Philosoph DRIESCH, der Philologe BOLL und die Nationalökonomen ALFR. und MAX WEBER zu den ihm näher stehenden Kollegen. Nach seinen eigenen Äußerungen fühlte er sich in seinem Heidelberger Freundeskreis ungleich behaglicher als in dem Hallenser, und fand er an der Pflege schlichter Geselligkeit und guter Musik in seinem Hause mehr Freude als in früheren Jahren.

Der Herzlichkeit seiner Freundschaftsgefühle kam die Innigkeit seines Familienlebens gleich. Mit seiner Familie teilte er alle Interessen, die sein Herz bewegten. Denjenigen, welche KLEBS' Abhandlungen kennen, ist bekannt, daß seine Forschungen es waren, die ihn und seine Angehörigen zu einer Arbeitsgemeinschaft seltener Art verbanden: viele Jahre hat seine kunstverständige und kunstfertige Gattin die Illustrationen seiner Veröffentlichungen herstellen helfen; in den Heidelberger Jahren haben seine Tochter und sein zweiter Sohn ihn in der Laboratoriumsarbeit unterstützt.

Irgendwie hängt es wohl, wie ich glaube, mit dem Bedürfnis nach Alleinsein und dem Gedankenaustausch mit erwählten Gleichgesinnten zusammen, daß KLEBS kein Freund populärer Darstellung war. So weit ich weiß, hat seine Feder nur einmal — als die Heidelberger Universität eine Kriegsneujahrsgabe ins Feld sandte — eine allgemeinverständliche Arbeit geliefert.

⁂

Am 15. Oktober 1918 ist KLEBS in Heidelberg nach kurzem Krankenlager als Opfer der Grippe gestorben. Am 18. Oktober fand die Einäscherung statt. Prof. FROMMEL sprach bei der Trauerfeier, nach ihm als Rektor Prof. BARTHOLOMAE, als Dekan Prof. SALOMON. In der Akademie hat BÜTSCHLI mit ergreifenden Worten die Bedeutung des Verstorbenen gewürdigt. Die Heidelberger Universität verlor in KLEBS ihren designierten Rector magnificus, dessen Amt er in wenigen Monaten hätte übernehmen sollen. Viele Akademien, wie die Heidelberger, die Bayerische Akademie der Wissenschaften, die Leopoldinisch-Carolinische Akademie der Naturforscher, die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft, die Societas Linneana Londinensis, die Societas caesarea naturae curiosorum mosquensis und die Reale accademia delle scienze di Torino, deren Urkunden die Anerkennung versinnbildlichen, die KLEBS' Forschungen bei der Gelehrtenwelt seines Vaterlandes und des Auslandes gefunden haben, verlieren mit ihm eines ihrer würdigsten, eifrigsten und erfolgreichsten Mitglieder.

Sein Tod wird uns doppelt schmerzlich durch die Gewißheit, daß KLEBS sein Lebenswerk noch nicht abgeschlossen hatte und sich selbst noch keineswegs am Ende der ihm zubemessenen Arbeitsleistung fühlte. Den Blick, „der vorwärts sieht, wieviel noch übrig bleibt“, hatten die Jahre nicht zu trüben vermocht, und seinen Freunden gegenüber hat KLEBS gerade in den letzten Jahren wiederholt versichert, daß seine Arbeiten nun schneller fortschritten als in früheren Jahren, und er sich der Lösung vieler Fragen näher fühlte als je: voll schöner Zuversicht sprach er von den Ergebnissen, die die allernächste Zukunft seinem Forschen nicht versagen würde. Alle Hoffnungen, das von ihm Begonnene und jahrzehntelang erfolgreich Geförderte durch seine Hand vollendet zu sehen, hat der Tod zuschanden werden lassen.

Auch für die akademische Jugend bedeutet sein Tod einen schweren Verlust; er nimmt ihr einen Lehrer und Freund, dem eine glückliche Veranlagung es gegeben hatte, innerlich jung, von allem Innungsdünkel frei und daher der Jugend nahe und verständlich zu bleiben, und dessen Führerschaft in der neuen, schwierigen, verworrenen Zeit ihr wertvoller denn je gewesen wäre.

Bonn, Juni 1919.

I. Verzeichnis der von Georg Klebs veröffentlichten Arbeiten.

(Die als selbständige Bücher erschienenen Veröffentlichungen sind durch Fettdruck der den Titeln vorgesetzten Ziffern kenntlich gemacht.)

1877.

1. Bericht über seine Exkursionen im Kreise Heilsberg im Jahre 1877. (Verhandl. d. preußisch-botanischen Vereins; Schriften der physik.-ökonom. Ges. Königsberg. Bd. **18,** 1877, p. 59—68; vgl. JUSTS Botan. Jahresbericht 1878, Abt. II, p. 567.)

1879.

2. Über die Formen einiger Gattungen der Desmidiaceen Ostpreußens. Inaugural-Dissertation Straßburg i. E. (Schriften der physik.-ökonom. Ges. Königsberg. Bd. **20,** 4°, 42 pp. M. 3 Taf.)

1880.

3. THEODOR HARTIG. (Botan. Ztg. **38.** Jahrg., p. 632—635.)

1881.

4. Zur Kenntnis der niederen Algenformen. Mit 2 Taf. (Botan. Ztg. Bd. **39,** Nr. 16, p. 249—257; Nr. 17, p. 265—272; Nr. 18, p. 281—290; Nr. 19, p. 297—308; Nr. 20, p. 313—319; Nr. 21, p. 329—336.)
5. Über Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung. (Biolog. Zentralbl. Bd. **1,** Nr. 16, p. 481—491; Nr. 17, p. 513—524; Nr. 19, p. 577—591)

1882.

6. Über Symbiose ungleichartiger Organismen. (Biolog. Zentralbl. Bd. **2,** Nr. 10, p. 289—399.)

1883.

7. Über die Organisation einiger Flagellaten-Gruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. (Untersuch. aus dem Bot. Inst. zu Tübingen. Bd. **1,** H. 2, p. 233—362 Mit 2 Taf.)

1884.

8. Ein kleiner Beitrag zur Kenntnis der Peridineen. Mit 1 Taf. (Botan. Ztg. Jahrg. **42,** Nr. 47, p. 721—733, 737—745.)
9. Einige Bemerkungen zu „SCHMITZ' Beiträge zur Kenntnis der Chromatophoren". (Botan. Ztg. Jahrg. **42,** Nr. 36, p. 566—573.)
10. Über die neueren Forschungen betreffs der Protoplasmaverbindungen benachbarter Zellen. (Botan. Ztg. Jahrg. **42,** p. 443, Nr. 28.)

1885.

11. Über die Organisation und die systematische Stellung der Peridineen. (Biolog. Zentralbl. Bd. **4,** Nr. 23, p. 705—710)

12. Über Bewegung und Schleimbildung der Desmidiaceen. (Biolog. Zentralbl. Bd. **5**, Nr. 12, p. 353–367.)
13. Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung. Mit 24 Holzschn. (Unters. aus dem Botan. Inst. zu Tübingen Bd. **1**, H. 4, p. 536—635.)

1886.

14. Kritische Bemerkungen zu der Abhandlung von HANSGIRG, Über den Polymorphismus der Algen. (Biolog. Zentralbl. Bd. **5**, Nr. 21, p. 641–647.)
15. Einige kritische Bemerkungen zu der Arbeit von WIESNER: „Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut." (Biolog. Zentralbl. Bd. **6**, Nr. 15, p. 449–455.)
16. Über das Wachstum plasmolytischer Zellen. (Tagebl. d. 59. Versamml. deutscher Naturf. u. Ärzte in Berlin. 18.–23. Sept. 1886.)
17. Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Mit 2 Taf. (Unters. aus dem Botan. Inst. zu Tübingen Bd. **2**, H. 2, p. 333—418.)

1887.

18. Einige Bemerkungen zu der Arbeit von KRASSER: „Untersuchungen über das Vorkommen von Eiweiß in der pflanzlichen Zellhaut usw." (Botan. Ztg. Jahrg. **45**, Nr. 43, p. 697—708.)
19. Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. (Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. **5**, H. 5, p. 181—188.)
20. Über den Einfluß des Kernes in der Zelle. (Biolog. Zentralbl. Bd. **7**, Nr. 6, p. 161—168.)

1888.

21. Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Mit 2 Taf. (Unters. aus d. Botan. Institut zu Tübingen Bd. **2**, H. 3, p. 489–568.)

1889.

22. Zur Physiologie der Fortpflanzung. (Biolog. Zentralbl. Bd. **9**, Nr. 20—21, p. 609—617.)

1890.

23. Einige Bemerkungen über die Arbeit von WENT: „Die Entstehung der Vacuolen in den Fortpflanzungszellen der Algen." (Botan. Ztg. Jahrg. **48**, Nr. 35, p. 549—559.)
24. Über die Vermehrung von *Hydrodictyon utriculatum.* Ein Beitrag zur Physiologie der Fortpflanzung (Flora Bd. **48**, p. 351—410.)

1891.

25. Über die Bildung der Fortpflanzungszellen bei *Hydrodictyon utriculatum* Roth. (Botan. Ztg. Jahrg. **49**, Nr. 48, p. 789—798, Nr. 49, p. 805—817. Nr. 50, p. 821–835, Nr. 51, p. 837—846, Nr. 52, p. 853—862.)

1892.

26. Flagellatenstudien I. und II. Teil. Mit 6 Taf. (Ztschr. f. mikr. Zool. Bd. **55**, H. 2 u. 3, p. 265—445.)
27. Zur Physiologie der Fortpflanzung von *Vaucheria sessilis.* (Verhandl. d. Naturforsch. Ges. Basel Bd. **10**.)

1893.

28. Über den Einfluß des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse. (Biolog. Zentralbl. Bd. **13**, Nr. 21 22, p. 641—656.)

1894.

29. Über das Verhältnis des männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur. (Rektoratsrede 1893), 30 pp., Jena (G. FISCHER).

1895.

30. Über einige Probleme der Physiologie der Fortpflanzung. Jena (G. FISCHER), 26 pp. (Vortrag der Allg. Sitzung der Naturf.-Vers. 16. Sept. 1895, Lübeck.)

1896.

31. Über die Fortpflanzungsphysiologie der niederen Organismen der Protobionten. Spezieller Teil: Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Mit 3 Taf. und 15 Textfiguren. XVIII u. 543 pp. Jena (G. FISCHER).

1898.

32. Alternation of generations in the Thallophytes. (Ann. of botany vol. **12**, p. 570—583.)

33. Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. I. *Sporodinia grandis.* (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. **32**, H. 1, p. 1.)

1899.

34. Über den Generationswechsel der Thallophyten. (Biolog. Zentralbl. Bd. **19**, Nr. 7, p. 209—226.)

35. Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. II. *Saprolegnia mixta.* Mit 2 Textfiguren. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. **33**, H. 4, p. 513—593.)

1900.

36. Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. III. Allgemeine Betrachtungen. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. **35**, H. 1, p. 80—204.)

37. Einige Ergebnisse der Fortpflanzungsphysiologie. (Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. **18**, Schlußheft p. [201]-[215].)

1902.

38. Über *Sporodinia grandis.* (Botan. Ztg. Jahrg. **60**, Abteil. II, Nr. 12/13, p. 177—199.)

1903.

39. Willkürliche Entwickelungsänderungen bei Pflanzen. Ein Beitrag zur Physiologie der Entwickelung. Mit 28 Abbild. im Text. IV u. 166 pp. Jena (G. FISCHER.)

1904.

40. Über Probleme der Entwickelung. (Biolog. Zentralbl. Bd. **24**, Nr. 8, p. 257—267, Nr. 9, p. 289—305, Nr. 14, p. 449—465, Nr. 15/16. p. 481—501, Nr. 17, p. 545-559, Nr. 18/19, p. 601—614.)

1905.

41. Über Variationen der Blüten. Mit 27 Textfig. und 1 Taf. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. **42**, H. 2, p. 155—320.)

1906.

42. Über künstliche Metamorphosen. Mit 12 Taf. und 21 Fig. im Text. (Abhandl. d. naturforsch. Ges. zu Halle. Bd. **25**, p. 135—294.)

1907.

43. Studien über Variation. Mit 15 Fig. im Text. (Arch. f. Entwickelungsmechanik d. Organismen, Bd. **24**, H. 1, p. 29—113.)

1909.

44. Über die Nachkommen künstlich veränderter Blüten von *Sempervivum.* Mit 1 Tafel. (Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch., Math.-naturwiss. Kl., Jahrg. 1909, 5. Abhandl., 32 pp.)

1910.

45. Alterations in the development and forms of plants as a recult of enviroument. (Proceed of the Roy. Soc. B. vol. **82**, Crooniau Lecture delivered before the Royal Sociéty. Roy. Soc. Proc., Sec. B., vol. **82**, p. 547—558; dgl. Nature 1910 vol. **83**, Nr. 2118, p. 414.)

1911.

46. Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. (Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch., Math.-naturwiss. Kl., Jahrg. 1911, 23. Abhandl., 84 pp.)

1912.

47. Über die periodischen Erscheinungen tropischer Pflanzen. (Biolog. Zentralbl. Bd. **32**, Nr. 5, p. 257—285.)
48. Über flagellaten- und algenähnliche Peridineen. Mit 1 Taf. und 15 Abb. im Text. (Verhandl. d. naturhist.-mediz. Vereins zu Heidelberg N. F. Bd. 11, H. 4, p. 369—451.)

1913.

49. Fortpflanzung der Gewächse; Physiologie. (Handwörterbuch der Naturwiss. Jena, G. FISCHER, Bd. **4**, p. 276—296.)
50. Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Eine theoretische Betrachtung. (Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch., Math.-naturwiss. Kl., Abt B, Biolog. Wissensch., Jahrg. 1913, 5. Abhandl., 47 pp.)

1914.

51. Über das Treiben der einheimischen Bäume speziell der Buche. (Abhandl d. Heidelberger Akad. d. Wissensch., Math.-naturwissensch. Kl., 3. Abhandl. Mit 20 Textfiguren. 4°, 116 pp.)

1915.

52. Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. **56**, p. 734—792.)

1916.

53. Über Veränderlichkeit und Erblichkeit. (Neujahrsgabe der Universität Heidelberg für ihre im Felde stehenden Studenten. Heidelberg, J. GÖRNING, p. 57—80.)
54. Zur Entwickelungsphysiologie der Farnprothallien. Erster Teil. (Sitzungsber. d. Heidelberger Akademie d. Wissensch., Math.-naturwiss. Kl., Abt. B, Biolog. Wissensch., Jahrg. 1916, 4. Abhandl., 82 pp.)
55. Über erbliche Blütenanomalien beim Tabak. Mit 1 Taf. und 16 Textfig. (Zeitsch. f. induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre, Bd **17**, H. 1 2. p. 53—119.)

1917.

56. Über das Verhältnis von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. (Biolog. Zentralbl. Bd. **37**, Nr. 8, p. 373—415.)
57. Zur Entwickelungsphysiologie der Farnprothallien. Zweiter Teil. (Sitzungsber. d. Heidelberger Akademie d. Wissensch., Math.-naturwiss. Kl., Abt. B, Biolog. Wissensch., Jahrg. 1917, 3. Abhandl., 138 pp.)
58. Dass. Dritter Teil (ebenda, 7. Abhandl., 104 pp.).

1918.

59. Über die Blütenbildung von *Sempervivum*. Mit 5 Abb. im Text. (Flora, N. F. Bd. **11**, p. 128—151.)

Posthume Werke (noch nicht erschienen):

60. JAKOB BURKHARDT, Gedächtnisrede. Verlag CARL WINTER, Heidelberg.
61. Über das Verhalten der Farnprothallien gegenüber Anilinfarben.

II. Verzeichnis der von Georg Klebs angeregten Schülerarbeiten.

A. Basel.

1. SCHILLING, A. J., Die Süßwasser-Peridineen. (Flora 1891, Bd. **74**, p. 220—299. Mit 3 Tafeln.)
2. ARTARI, A., Untersuchungen über Entwicklung und Systematik einiger Protococcoideen. (Bull. Soc. imp. Naturalistes de Moscou 1892, Nr. 3.)
3. GRÜTTER, W., Über den Bau und die Entwicklung der Samenschalen einiger Lythrarieen. (Botan. Zeitg., Jahrg. **51**, 1893, p. 1—26. M. 1 Taf.)
4. BORGE, O., Über die Rhizoidenbildung bei einigen fadenförmigen Chlorophyceen. Upsala 1894.
5. KÜSTER, W. v., Die Ölkörper der Lebermoose und ihr Verhältnis zu den Elaioplasten. Basel 1894.
6. DILL, E. O., Die Gattung *Chlamydomonas* und ihre nächsten Verwandten. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. **28**, 1895, p. 323—358. Mit 1 Tafel.)
7. BACHMANN, J., Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Sporenbildung von *Thamnidium elegans* Link. (Botan. Zeitg., Jahrg. **53**, 1895, p. 107 bis 130. Mit 1 Tafel.)
8. SCHOSTAKOWITSCH, W., Über die Bedingungen der Konidienbildung bei Rußtaupilzen. (Flora, Bd. **81**, 1895, Ergänzungsband, p. 362—393.)
9. SCHREIBER, OSW., Über die physiologischen Bedingungen der endogenen Sporenbildung bei *Bacillus anthracis, subtilis* und *tumescens*. Jena. G. FISCHER, 1896.
10. GÖTZ, H., Zur Systematik der Gattung *Vaucheria* D. C., speziell der Arten der Umgebung Basels. (Flora 1897, Bd. **83**, p. 88—134.)
11. MEYER, H., Untersuchungen über einige Flagellaten. (Revue suisse de Zoologie, 1897.)
12. OEHLMANN, V., Vegetative Fortpflanzung der Sphagnaceen nebst ihrem Verhalten gegen Kalk. Braunschweig (F. VIEWEG u. Sohn). 1898.
13. WERNER, C., Die Bedingungen der Konidienbildung bei einigen Pilzen. Frankfurt a. M. (Gebr. KNAUER). 1898.
14. SENN, G., Über einige koloniebildende einzellige Algen. (Botan. Zeitg., Jahrg. **57**, 1899, p. 39—104. Mit 2 Tafeln.)
15. ZUMSTEIN, H., Zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis* Klebs. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. **34**, 1899, p. 149—198. Mit 1 Tafel.)
16. TERNETZ, Ch., Protoplasmabewegung und Fruchtkörperbildung bei *Ascophanus carneus* Pers. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. **35**, 1900, p. 273—312. Mit 1 Tafel.)

B. Halle.

Die meisten Arbeiten sind als Dissertationen der Hallenser Fakultät vorgelegt worden.

Die mit * bezeichneten Arbeiten sind zwar im Hallenser Botanischen Institut und unter Anregung von G. KLEBS ausgeführt worden; doch stammen die Themata vom Verfasser selbst.

1. MATZUSCHITA, T., Zur Physiologie der Sporenbildung der Bazillen nebst Bemerkungen zum Wachstum einiger Anaeroben. Dissertation. 1902. 116 pp.

2. BESSEY, E. A., Über die Bedingungen der Farbbildung bei *Fusarium*. Dissertation. (Flora 1904, Bd. 93, H. 4, p. 301—334.)
3. HORN, L., Experimentelle Entwicklungsänderungen bei *Achlya polyandra* de Bary. Dissert. (Ann. Mycol., vol. 2, 1904, p. 207—243.)
4. MILBURN, TH., Über Änderungen der Farben bei Pilzen. Dissertation. 1904. Mit 2 Tafeln, 30 pp.
5. RIEHM, EDUARD, Beobachtungen an isolierten Blättern. Dissertation. Halle 1904, 36 pp.
6. KATIC, DANILO, Beitrag zur Kenntnis der Bildung des roten Farbstoffs (Anthocyan) in vegetativen Organen der Phanerogamen. Dissertation. Halle 1905, 83 pp.
7. SELIBER, G., Variationen von *Jussieua repens*, mit besonderer Berücksichtigung der bei der Wasserform vorkommenden Aerenchyms. Mit 4 Tafeln und 24 Textfiguren. (Nova acta, Abh. d. Kais. Leop. Carol. deutschen Akad. d. Naturforscher, Halle 1905, Bd. 84, Nr. 2, p 145—198.)

8.* BLAKESLEE, A. FR., Differentiation of sex in Thallus gametophyte and sporophyte. (Bot. Gaz. vol. 42, Nr. 3, p. 161—177, with plate and 3 figs.)

9.* — —, Zygospore germinations in the Mucorineae. (Ann. Mycol., vol. 4, 1906, Nr. 1, p. 1—28, with plate.)

10. CONSTANTINEANU, J. C., Über die Entwicklungsbedingungen der Myxomyzeten. (Ann. Mycol. vol. 4, 1906, p. 495—540.)
11. HOWARD, W., Untersuchungen über die Winterruhe. Periode der Pflanzen. Dissertation 1906.
12. LAAGE, A., Bedingungen der Keimung von Farn- u. Moossporen. Diss. Halle 1906. Mit 10 Abbild. im Text. 44 pp.
13. FREUND, H., Neue Versuche über die Wirkungen der Außenwelt auf die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Algen. Dissertation. (Flora 1907, Bd. 98, H. 1, p. 1—60.)
14. LAKON, G. B., Die Bedingungen der Fruchtkörperbildung bei *Coprinus*. (Annal. Mycol., vol. 5, 1907, Nr. 2, p. 155—176.)
15. SMITH, L. H., Beobachtungen über Regeneration und Wachstum an isolierten Teilen von Pflanzenembryonen. Dissertation 1907, 85 pp. Mit 4 Tafeln.
16. RITTER, G., Über Kugelhefe und Riesenzellen bei einigen Mucoraceen. (Ber. d. D. Bot. Ges. 1907, Bd. 25, H. 5, p. 255—266. Mit 1 Tafel.)
17. — —, Die giftige und formative Wirkung der Säuren auf die Mucoraceen und ihre Beziehung zur Mucorhefebildung. (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 52, 1908, p. 351—403 Mit 1 Tafel.)
18. BRUCK, W. FR., Beiträge zur Physiologie der Mycetozoen. I. Teil, Verschmelzungsvorgänge, Entwicklungsänderungen. (Zeitschr. f. allg. Physiol. 1908, Bd. 7, H. 4, p. 505—558.)
19. FRIEDRICH, R., Über die Stoffwechselvorgänge infolge Verletzung von Pflanzen. Diss. (Zentralbl. f. Bakteriol., Abteil. II, Bd. 21, 1908, Nr. 10/12, 18 pp.)

C. Heidelberg.

1. HOLZMÜLLER, K., Die Gruppe des *Bacillus mycoides* FLÜGGE (Zentralbl. f. Bakteriol., Abt. II, Bd. 23, Nr. 10/13, p. 304—354: mit 23 Textfiguren.)
2. MEDISCH, M., Beiträge zur Physiologie der *Hypocrea rufa* (PERS.). (Jahrb. f. wiss. Bot. 1910, Bd. 48, G. 5, p. 591—631.)

3. LEININGEN, K., Zur Morphologie und Physiologie der Fortpflanzung von *Pestalozzia Palmarum* COOKE. Mit 15 Textfig. (Zentralbl. f Bakteriol., Abt. II, Bd. **29**, H. 1/3, 1911, p. 3—35.)
4. GRIESSMANN, K., Über marine Flagellaten. Mit 24 Textfiguren. (Arch. f. Protistenkunde, Bd. **32**, 1913, 78 pp.)
5. MUNK, M., Bedingungen der Hexenringbildung bei Schimmelpilzen. (Zentralbl. f. Bakteriol., Abt. II, 1912, Bd. **32**, Nr. 13/19, p. 353—375.)
6. LINK, A., Über Ringbildung bei einigen Tropenhölzern. Mit 60 Textfiguren. (Verhandl. d. naturhist.-med. Ver. Heidelberg, Nr. 7, Bd. **13**, H. 2, 1915, p. 353—394.)
7. GEIGER, F., Anatomische Untersuchungen über die Jahresringbildung bei *Tectona grandis*. Mit 28 Textfiguren. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1915, Bd. **55**, p. 521—607.)
8. V. NEUENSTEIN, H., Über den Bau des Zellkerns bei den Algen und seine Bedeutung für ihre Systematik. (Arch. f. Zellenforschung, Bd. **13**, H. 1, 1914, p. 1—91.)
9. RÖSSLER, H., Über thermophile Bakterien der Badener Thermalquellen.
10. UNGERER, E., Die pflanzlichen Restitutionen. Berlin, JUL. SPRINGER, 1918, 57 pp. Dissertation.
11. V. BRONSART, H., Vergleichende Untersuchungen über drei *Xylaria*-Arten. (Zentralbl. f. Bakteriol., II. Abt. 1919, Bd. **49**, p. 51—76.)
12. MÜLLER, JOHANNA, Über das Treiben von *Ginkgo biloba*.
13. SCHENCK, E., Die Fruchtkörperbildung bei einigen *Bolbitius*- und *Coprinus*-Arten.

Zusammenfassende Darstellungen über die Ergebnisse der KLEBSschen Forschungen und seiner Hypothesen haben folgende Autoren gegeben:

1. SELIBER, G., Les variations dans le règne végétal et les conditions extérieures; analyse des travaux de M. G. KLEBS. (Rev. gen. de bot. T. **20**, 1909—1910, p. 420 ff.)
2. LAKON, G., Über den rhythmischen Wechsel von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. (Biolog. Zentralbl. 1915. Bd. **35**, Nr. 10, p. 401—471.)
3. UNGERER, E., Die Beherrschung der pflanzlichen Form. Eine Einführung in die Forschungen von GEORG KLEBS. (Naturwissenschaften 1918, Bd. **6**, Heft 47, p. 683—691.)

Das dem vorliegenden Nachruf beigegebene Bildnis von GEORG KLEBS stammt aus den Baseler Jahren, die faksimilierte Unterschrift aus der Hallenser Zeit (1907).

Carl Kraus.

Von

L. KIESSLING.

Am 15. Oktober 1918 verschied nach nur viertägiger Krankheit an den Folgen der Grippe der Vertreter der Acker- und Pflanzenbaulehre an der landwirtschaftlichen Abteilung der technischen Hochschule in München, Geheimer Hofrat Professor Dr. CARL KRAUS und damit endete ein überaus fleißiges und erfolgreiches Gelehrtenleben. Wenn ein großer Teil seiner Lebensarbeiten auch der Landwirtschaft angehörte, so hat er doch die botanischen Wissenschaften ebenfalls durch eine Reihe exakter und eingehender Arbeiten gefördert, die ihm einen geachteten Namen im Kreis der Botaniker verschafft haben.

C. KRAUS war geboren am 5. Januar 1851 zu Stadtamhof bei Regensburg und studierte nach dem Gymnasialbesuch in den Jahren 1869—73 an der Universität München zunächst Naturwissenschaften, besonders Botanik, ferner Nationalökonomie und bei C. FRAAS auch Landwirtschaft; als Assistent von AUGUST VOGEL nahm er an dessen agrikulturchemischen Arbeiten schon während seiner Universitätszeit teil. An diese schloß sich ein kurzer Aufenthalt in Triest, wo er mit LERMER und HOLZNER an der Herstellung der Zeichnungen für deren klassisches Werk über „Die Gerste" zusammenarbeitete. 1874 kam KRAUS als Assistent an die Kreisackerbauschule Triesdorf (Mittelfranken), wo er neben dem Unterricht eine große Reihe von Gefäß- und Freilandsversuchen durchführte und zugleich die Samenkontrollstation leitete. Von hier aus trat er in Verbindung mit E. WOLLNY, der ihn als Mitarbeiter für seine „Forschungen auf dem Gebiet der Agrikulturphysik" gewann; hier hat er den größten Teil seiner älteren Arbeiten veröffentlicht. 1884 kam KRAUS als Lehrer an die Kreisackerbauschule Kaiserslautern (Rheinpfalz) und von hier aus 1888 zunächst als Professor an die landwirtschaftliche Zentralschule Weihenstephan (Oberbayern), deren Direktion er 1892 übernahm und bis 1901 führte. Während dieser Zeit schuf KRAUS mit seinen Mitarbeitern das neue Weihenstephan, das schon 1895 den Charakter einer Hochschule mit dem Titel „Akademie" erhielt. Der ganze Ausbau der Akademie war in erster Linie sein Verdienst; gleichzeitig aber wirkte er als Mitglied des bayerischen Landwirtschaftsrates und sonstiger Körperschaften zur Förderung der Landwirtschaft, sowie als Vertrauensmann der bayerischen Staatsregierung im größten Umfang und mit dem denkbar besten Erfolg auf eine ausgebreitete öffentliche Förderung der gesamten Landwirtschaft, besonders der Bodenkultur und auf einen Ausbau des landwirtschaftlichen und agrargewerblichen Lehr- und Versuchswesens hin. Brennerei- und brautechnische Versuchsstationen, Prüfungsanstalten für landwirtschaftliche und Brauereimaschinen, eine Pflanzenschutzstation, eine Molkereiversuchsstation mit Schule, eine Garten- und Obstbauschule, Einrichtungen für die Förderung des Hopfen- und Gerstenbaues, für Bodenkunde, Bakteriologie usw. wurden während seiner Amtszeit teils vorbereitet oder neugeschaffen, teils wesentlich verbessert. Zur Förderung der Pflanzenzüchtung und der Erblichkeitsforschung schuf er ferner eine Landessaatzuchtanstalt und beteiligte sich außerdem begutachtend und beratend an der Errichtung der Agrikulturbotanischen Anstalt und am Ausbau der Moorkulturanstalt.

1901 wurde KRAUS als Nachfolger von WOLLNY auf den Lehrstuhl für Acker- und Pflanzenbaulehre an die landwirtschaftliche Abteilung der technischen Hochschule nach München berufen und setzte hier seine durch die Organisationsarbeiten während seiner Weihenstephaner Zeit etwas zurückgedrängte rein wissenschaftliche Tätigkeit fort, ohne sich aber den Aufgaben zu entziehen, die ihm als angesehensten und verehrtesten Berater der bayerischen Landwirtschaft zufielen. Keine wichtige landwirtschaftliche Frage wurde in Bayern erörtert oder gar gelöst, ohne daß man nicht den weisen Rat von KRAUS eingeholt hätte.

Seine wissenschaftlichen Neigungen gehörten der Pflanzenphysiologie und ihrer Anwendung auf landwirtschaftliche Probleme an. Seine Doktorarbeit über: ,,Chlorophyllfarbstoffe und deren Umwandlungsprodukte (1875) ergänzte er 1878 durch eine Darstellung naoh der physiologischen Seite hin. Ebenfalls 1878 veröffentlichte er ein eigenes Arbeitsprogramm, nämlich eine Abhandlung über die Prinzipien der mechanischen Wachstumstheorie und deren Anwendung. Hierauf folgten Untersuchungen über die Beziehungen des Lichtes zur Form- und Stoffbildung der Pflanzen (1879), sowie über den Heliotropismus von *Hedera* bei verschiedenen Lichtintensitäten (1880). Mehrere Arbeiten beschäftigten sich dann mit den inneren Wachstumsursachen und deren künstlicher Beeinflussung (1879/80), an die sich Studien über den Saftdruck und die

Saftleistung der Wurzeln (1881—85), sowie über Blutungserscheinungen (1888) schlossen. Nach dem Jahre 1884 betrafen seine Arbeiten das Wachstum der Lichttriebe der Kartoffelknollen unter dem Einfluß der Bewurzelung (1886); dann das Wurzelsystem der Runkelrübe (1888); das Verhalten der Pflanzen bei verschiedener Höhe der Erdbedeckung (1889); die Auflösung von den Blattrosetten von *Plantago* bei unterirdischer Kultur (1892—96); das Schröpfen und Walzen der Getreide (1890); Abnormitäten an Haferpflanzen, hervorgerufen durch die Beleuchtungsverhältnisse (1890); den Einfluß des Wassers auf das Wachstum der Kulturpflanzen in physiologischer und kultureller Beziehung (1892); das Wachstum der Triebe aus Kartoffelknollen (1885) usw.

Vom Jahre 1901 ab beschäftigte sich KRAUS eingehend mit der Pflanzenzüchtung. Abgesehen von einer Reihe kleinerer und gemeinverständlicher Aufklärungsabhandlungen, die meistens im „Wochenblatt des landwirtschaftlichen Vereins" erschienen, schrieb er 3 kurze Anleitungen für die Pflanzenzüchtung, ferner je einen rein wissenschaftlichen Bericht über die Weihenstephaner Gersten- und Haferzüchtungen und über die Vererbungsverhältnisse bei reinen Linien. Dann behandelte er die morphologischen (besonders anatomischen) und physiologischen Grundlagen der Rübenzüchtung in 2 großen Arbeiten über die Betarübe. Endlich war ein Lieblingsgebiet von ihm der Aufbau und die Leistung des Getreidehalmes unter dem Einfluß natürlicher Wachstumsbedingungen und kultureller Maßnahmen und die für die Getreidezüchtung daraus zu ziehenden Schlußfolgerungen; diesem Gebiet gehörte eine Reihe von Arbeiten an, die ihre Krönung in einem umfangreichen Buch über: „Die Lagerung der Getreide. Entstehung und Verhütung mit besonderer Berücksichtigung der Züchtung auf Standfestigkeit" (Stuttgart 1908) fanden. Daran schlossen sich Arbeiten über Kalidüngung, Getreidelagerung und Sorteneigenschaften an, die nur zum Teil vollendet und veröffentlicht sind; ebenso konnte er leider seine außerordentlich interessanten Versuche über die Selektion in reinen Linien von Gerste und über Gerstenbastardierungen vor seinem Tode nicht mehr abschließen.

Während seiner Münchener Zeit entstanden auch die beiden ganz hervorragenden, in den Arbeiten der D. L. G. erschienenen Monographien über: „Das gemeine Leinkraut" und über: „Die gemeine Quecke", die völlig neue Gesichtspunkte über das Leben, die landwirtschaftliche Bedeutung und die Vernichtung dieser Unkräuter auf Grund eigener Versuche enthalten und mit einer Reihe von vorzüglichen Abbildungen und Tafeln ausgestattet sind. Nur zum Teil veröffentlicht sind seine Versuche über die Behäufelung der Getreide und über die neuen Saat- und Bestellungsmethoden, ferner über Wurzelstudien und besonders über die Verbreitung der Wurzeln in Beständen von Rein- und Mischsaaten. Neben diesen Fragen hat KRAUS noch zu einer Reihe der wichtigsten Angelegenheiten auf dem Gebiet des gesamten Acker- und Pflanzenbaues einschließlich der Züchtung und des Saatgutwesens Stellung genommen; besonders oft hat er sich mit dem Braugerstenbau und der Gerstensaatgutfrage befaßt. Es ist keine Frage innerhalb seines Arbeitsgebietes aufgetaucht, der er nicht sofort sein Interesse zugewandt hätte. Und alles, was er schrieb, war gründlich bedacht, gewissenhaftest durch Versuche geprüft und klar und deutlich dargestellt. Dabei befleißigte er sich der größten Objektivität und der schonendsten und entgegenkommendsten Form auch in der Polemik, wo er eine solche nicht unbedingt vermeiden konnte. —

Als Mensch war KRAUS von derselben Bescheidenheit, Zurückhaltung und Objektivität, die aus seinen Schriften hervorleuchtet. Was man aber daraus nicht ersehen kann, das war seine wahrhaft edle Herzensgüte und Hilfsbereitschaft, die er besonders seinen jüngeren Mitarbeitern und seinen Schülern gegenüber ständig bewies. Wie sein Fleiß sprichwörtlich geworden war, so auch seine Treue und zuverlässige Güte. Diese schufen um ihn eine Atmosphäre begeisterter Verehrung und Anhänglichkeit, wie sie selten einem Lehrer zuteil werden. Das Andenken an seine persönliche und amtliche Wirksamkeit wird in Bayern nie verlöschen, aber auch der Geschichte der Wissenschaft gehören seine Leistungen an.

Schriftenverzeichnis, soweit die Veröffentlichungen sich auf dem Gebiet der reinen und angewandten Botanik bewegen.

Zur Kenntnis des Chlorophyllfarbstoffes und seiner Umwandlungsprodukte. 22 S. Diss. München. Verlag JOS. MAYR, Stadtamhof 1875.

Über die physiologische Bedeutung des Chlorophyllfarbstoffes. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik, 1. Bd., 1878, S. 73—97.

Beiträge zu den Prinzipien der mechanischen Wachstumstheorie und deren Anwendung. Ebenda. 1. Bd., 1878, S. 182—240.

Über einige Beziehungen des Lichts zur Form und Stoffbildung der Pflanzen. Ebenda. 2. Bd., 1879, S. 171—208.

Untersuchungen über innere Wachstumsursachen und deren künstliche Beeinflussung. Ebenda. 2. Bd., 1879, S. 456—467; 3. Bd., 1880, S. 22—57 und 252—287; 4. Bd., 1881, S. 34—62 und 370—394.

Die Saftleistung der Wurzeln, besonders ihrer jüngsten Teile. Ebenda. 5. Bd., 1882, S. 432—462; 6. Bd., 1883, S. 395—459, 1 Tafel; 7. Bd., 1884, S. 136—171; 8. Bd., 1885. S. 33—50.

Das Wachstum der Lichttriebe der Kartoffelknollen unter dem Einfluß der Bewurzlung. Ebenda. 9. Bd., 1886, S. 78—99

Weitere Beiträge zur Kenntnis der Blutungserscheinungen der Pflanze mit besonderer Berücksichtigung der Qualität der Blutungssäfte. Ebenda. 10. Bd., 1888, S. 67—144.

Das Wurzelsystem der Runkelrüben und dessen Beziehungen zur Rübenkultur. Ebenda. 11. Bd., 1888, S. 358—406, 9 Tafeln.

Zur Kenntnis des Verhaltens der Pflanzen bei verschiedener Höhe der Erdbedeckung. Ebenda. 12. Bd., 1889, S. 259—329.

Das Schröpfen und Walzen der Getreidesaaten als Mittel gegen Lagerung. Ebenda. 13. Bd., 1890, S. 252—293; 14. Bd., 1891, S. 59—105.

Abnormitäten an Haferpflanzen, hervorgerufen durch Beleuchtungsverhältnisse. Ebenda. 13. Bd., 1890, S. 407—414.

Untersuchungen über den Einfluß des Wassers auf das Wachstum der Kulturpflanzen in physiologischer und kultureller Beziehung. Ebenda. 15. Bd., 1892, S. 234—236; 17. Bd, 1894, S. 55—103; 18 Bd., 1895, S. 113—166; 19. Bd., 1896, S. 80—129. Die Auflösung der Blattrosette von *Plantago media* bei unterirdischer Kultur. Ebenda. 15. Bd., 1892, S. 91—93.

Ursachen der Richtung wachsender Laubsprosse. Flora, 1878, Nr. 21—23.

Untersuchungen zum Heliotropismus von *Hedera*, besonders bei verschiedenen Lichtintensitäten. Flora, 1880, Nr. 31—33, 1 Tafel.

Untersuchungen über den Säftedruck der Pflanzen. 35 S. Flora, 1881, Nr 2, 4, 5, 6; 1882/83. Nebst Nachträgen.

Beiträge zur Kenntnis des Verhaltens der leicht oxydablen Substanzen des Pflanzensaftes. Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft. I. Heft 5, p. 211.

Das Wachstum der Triebe aus Kartoffelknollen unter dem Einfluß der Bewurzelung. Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft. Bd. III, Heft 5, p. 182—188.

Versuche über den Hopfenschnitt. Allgemeine Brauer- und Hopfenzeitung. Nürnberg 1887.

Die Häufelung der Hopfenpflanze. Ebenda. Nürnberg 1887.

Untersuchungen zu den physiologischen Grundlagen der Pflanzenkultur. Erste Mitteilung. 1. Die Wachstumsweise der Beta-Rübe. 2. Nachtrag zur 1. Mitteilung. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft. **1903** und **1904**.

Inwieweit hat die Getreidezüchtung auf die Landrassen Rücksicht zu nehmen, und welche Maßnahmen sind geeignet, die Saatzüchtung in wirksamster Weise zu fördern? Referat zum VIII. Internationalen landwirtschaftlichen Kongreß in Wien 1907.

Die Gliederung des Gersten- und Haferhalms und deren Beziehungen zu den Fruchtständen. Ein Beitrag zu den wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Beiheft 1 der naturwissenschaftlichen Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft. 1905, 153 S.

Die Lagerung der Getreide. 426 S. Verlag von E. ULMER. Stuttgart 1908.

Züchtungen von Gerste und Hafer. 1899—1908. FÜHLINGs Landwirtschaftliche Zeitung 1909. Heft 13—15.

Das gemeine Leinkraut. 23 S. und 7 Tafeln. Heft 166 der Arbeiten der D. L. G. 1909.

Die gemeine Quecke. 152 S. und 19 Tafeln Heft 220 der Arbeiten der D. L. G. 1912.

Der Anbau des Getreides mit neuen Hilfsmitteln und nach neuen Methoden. Berlin 1913, Landw. Hefte Nr. 22.

Die Behäufelung der Getreide. 32 S. FÜHLINGs Landw. Zeitung 1913.

Zur Kenntnis der Verbreitung der Wurzeln in Beständen von Rein- und Mischsaaten. 51 S. u. 5 Tafeln. Fühling's Landw. Zeitung 1914.

Kalidüngung und Getreidelagerung. 45 S. u. 2 Tafeln. Landw. Jahrbuch für Bayern 1915.

Kalidüngung, Getreidelagerung und Sorteneigenschaften. 28 S. Journal für Landwirtschaft 1918.

Friedrich Thomas.

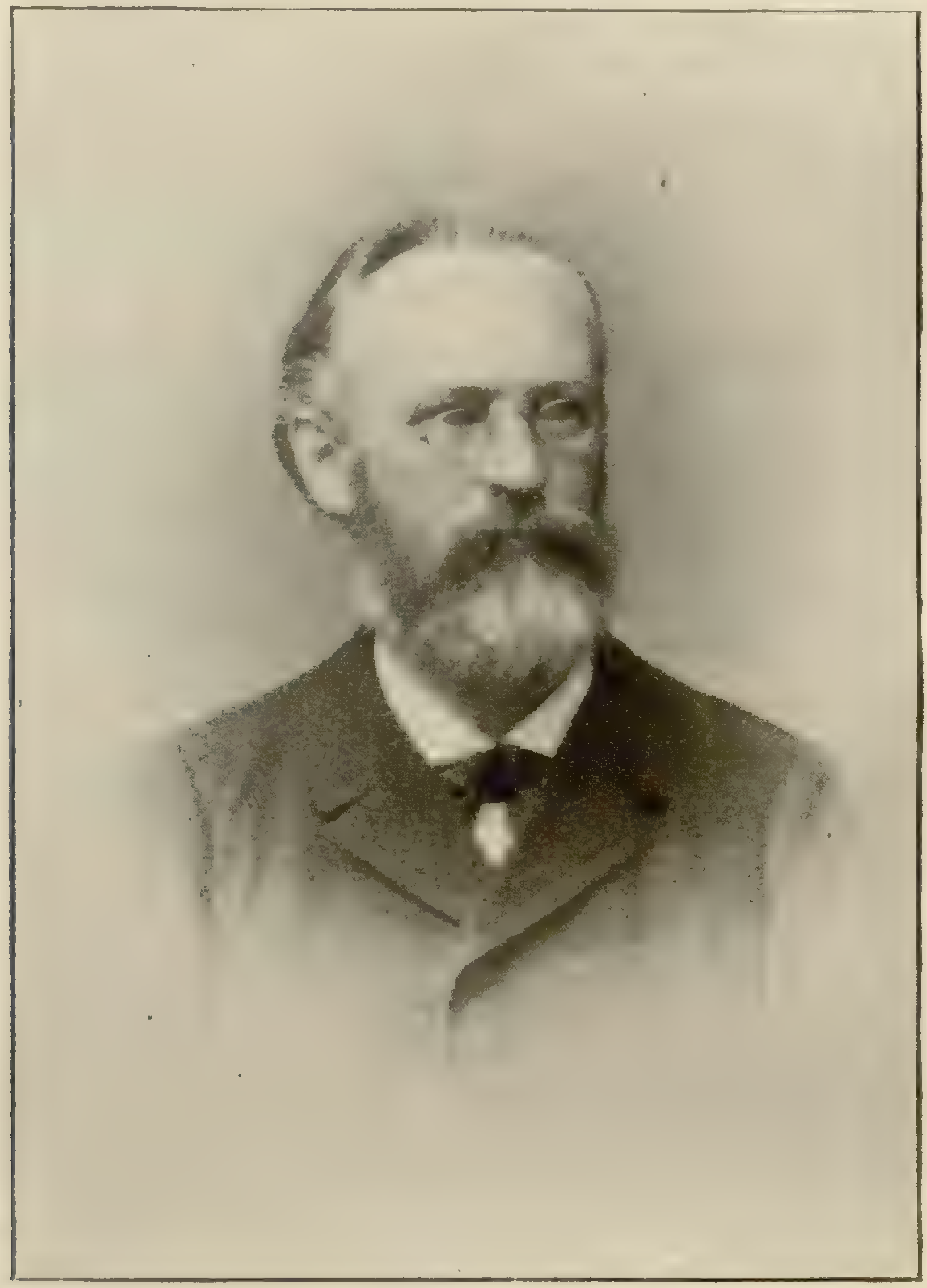
Von

H. HARMS.

(Mit einem Bildnis im Text.)

FRIEDRICH AUGUST WILHELM THOMAS wurde am 22. November 1840 als jüngstes Kind des Posamentiers JOHANN CHRISTOPH THOMAS geboren; seine Mutter, die er früh verlor, war eine geb. RUEGER. Er war evangelischer Konfession. Im Jahre 1850 wurde er in das Gymnasium Ernestinum zu Gotha aufgenommen, das er Ostern 1858 mit dem Reifezeugnis verließ, um an der Universität Jena Naturwissenschaften zu studieren. Indessen mußte er bereits nach einem halben Jahre aus Rücksicht auf seine schwache Gesundheit die Universität verlassen und einen einjährigen Landaufenthalt nehmen, der ihn soweit kräftigte, daß er seine Studien in Jena wieder aufnehmen konnte. Hier blieb er 3 Semester bis zum Frühjahr 1861, vorzugsweise mit Chemie beschäftigt. Dann ging er auf zwei Jahre an die Berliner Universität, wo er am 11. Juli 1863 den Doktorgrad erwarb.

Unter seinen botanischen Lehrern in Jena sei vor allem SCHLEIDEN genannt; in Berlin hörte er u. a. die Vorlesungen von ALEXANDER BRAUN, dem er in aufrichtiger Verehrung ergeben war (vgl. seine schönen Worte gelegentlich des Todes desselben in Zeitschrift gesammt. Naturwissenschaft. XLIX. 1877, S. 386). Bei PETERS in Berlin trieb er zoologische Studien. In die Anatomie der Pflanzen wurde er von N. PRINGSHEIM eingeführt, dessen Anregung wohl auch seine Dissertation zu verdanken ist, die sich mit dem anatomischen Bau der Coniferen-Blätter befaßt[1]) (1 u. 2). Michaelis 1863 trat er in das Lehrerkollegium des Herzoglichen Gymnasium Gleichense zu Ohrdruf ein, dem er bis zu seiner Pensionierung Ostern 1905 angehört hat. In Ohrdruf war er bis zum Lebensende ansässig. Am 30. Mai 1865 vermählte er sich mit BERTHA HEDERICH, Tochter des Stadtapothekers HEDERICH in Gotha, mit der er über 50 Jahre vereint war. Ihrer aufopfernden Fürsorge verdankte er die glückliche Überwindung mancher Hemmungen und Schwierigkeiten, die Mängel seiner Gesundheit und anfangs auch wirtschaftliche Sorgen



A. F. Thomas.

---

[1]) Die in Klammern beigefügten Zahlen beziehen sich auf das unten folgende Schriftenverzeichnis. — Die mykologischen Aufsätze sind aufgezählt in Lindau et Sydow, Thes. litt. mycol II. 1909, p. 620. — Vergl. auch den Nachruf von HUBENTHAL in Entomol. Blätter XV. 1919, S. 87.

seiner wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit entgegen stellten. Von zwei aus der Ehe entsprossenen Söhnen starb der ältere, ERNST, schon im Alter von 6 Jahren. Der jüngere, PAUL, studierte Technik und exakte Wissenschaften und ist z. Z. als Ständiger Mitarbeiter bei der Reichsanstalt für Maß und Gewicht (früher Kaiserl. Normal-Aichungskommission) in Berlin-Wilmersdorf ansässig[1]).

TH. widmete sich, nachdem er sich 1905 hatte in den Ruhestand versetzen lassen, mit größter Hingabe wissenschaftlichen Forschungen, vor allem der Ausarbeitung des Literaturverzeichnisses für das große Gallenwerk von EW. H. RÜBSAAMEN (190); daneben liefen aber auch eine große Reihe kleinerer Arbeiten auf den verschiedensten Gebieten, von seiner erstaunlichen Vielseitigkeit und seinem unverminderten Forschungseifer beredtes Zeugnis ablegend. In den letzten Jahren arbeitete er besonders an dem Werke über das ELISABETH LINNÉ-Phaenomen (205). Ganz besonders die Fertigstellung dieses 1914 veröffentlichten Buches zusammen mit der damals schnell zunehmenden Verschlechterung im Gesundheitszustande seiner Gattin und den damit verbundenen Sorgen griff seine Gesundheit schwer an. Nach dem im November 1915 erfolgten Ableben seiner treuen Lebensgefährtin hat er sich nicht wieder recht erholen können. Ein gütiges Schicksal bewahrte ihn vor schweren körperlichen Leiden. Nach kurzem Kranksein starb er am 19. Dezember 1918 im 79. Lebensjahr zu Ohrdruf.

Bis ins hohe Alter unternahm er alljährlich Reisen in die Alpen, abwechselnd nach Tirol und nach der Schweiz; andere größere Reisen hat er nicht gemacht. Aus den Alpen brachte er fast stets eine Fülle von Beobachtungen über Gallen heim; zahlreiche Arbeiten von ihm beschäftigen sich mit den Cecidien des Alpengebietes (vgl. K. W. VON DALLA TORRE und L. Graf VON SARNTHEIN, Fl. Tirol. I. 1900, S. 297); viele Gallentiere wurden zum erstenmal nach seinen Sammlungen beschrieben. — Er war Inhaber des Herzogl. Sächsisch. Ritterkreuzes II. Klasse und erhielt 1913 die Goldene Karl-Eduard-Medaille für Kunst und Wissenschaft. Im Thüringischen Botanischen Verein hat er eine reiche Tätigkeit entfaltet; bei Gelegenheit der Feier des 25jährigen Bestehens desselben wurde er zum Ehrenmitglied erwählt (1908; vgl. Mitteil. Thüring. Bot. Ver. XXV. 1909, S. 61). Dem Botanischen Verein der Provinz Brandenburg trat er schon im Jahre 1863 bei; wiederholt hat er an den Sitzungen teilgenommen und

---

1) Herrn Dr. P. THOMAS spreche ich auch an dieser Stelle für wertvolle Angaben besten Dank aus.

über seine Forschungen berichtet, wenn er zu vorübergehendem Besuche nach Berlin kam. Das letztemal wohnte er der Sitzung vom 18. November 1910 bei; damals stand gerade sein 70. Geburtstag bevor, und der Ehrenvorsitzende, P. ASCHERSON, widmete ihm warme Begrüßungsworte (Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg LIII. 1911. (1912), S. [16] u. [26]). Im Oktober 1914 wurde er zum Ehrenmitglied gewählt; vgl. a. a. O. LVI. 1914, S. (22). Seit dem 29. April 1876 war er Mitglied der Kaiserl. Leopold. Carolin. Akad. der Naturforscher zu Halle. Der Deutschen Botanischen Gesellschaft gehörte er seit ihrer Gründung an, der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin seit 1887.

TH. war ein Gelehrter von vielseitigen naturwissenschaftlichen Interessen, von gediegenem umfassendem Wissen, ein vorzüglicher Beobachter des Naturlebens in fast allen seinen Äußerungen. Daher finden wir auch in seinen sehr zahlreichen Veröffentlichungen die verschiedensten Stoffe aus dem großen Gebiete der Naturwissenschaften behandelt. Sein Spezialgebiet war jedoch die Gallenkunde (Cecidologie). Hier wird sein Name stets unter denen genannt werden, die diesen Wissenschaftszweig in hervorragender Weise gefördert haben. Welcher Schätzung er sich bei allen Gallenforschern erfreute, das geht wohl am besten daraus hervor, daß die dem 1. Bande von C. HOUARDs Werke über die Zoocecidien Europas (Les Zoocécidies des pl. d'Europe 1908) beigegebene Bildnis-Tafel auch das Bildnis von F. THOMAS wiedergibt, neben denen von L. A. G. BOSC (1759—1828), G. A. OLIVIER (1756 bis 1814) und D. H. R. VON SCHLECHTENDAL[1]) (28. Oktober 1834 bis 5. Juli 1916). In der geschichtlichen Übersicht über die wichtigsten Ergebnisse der Gallenforschung (in RÜBSAAMEN, Zoocecidien, 1. Lief. 1911, S. 109) sagt E. KÜSTER: „In den 60er und 70er Jahren veröffentlicht F. THOMAS eine große Reihe cecidiologischer Abhandlungen, in welchen mehr, als es seitens der meisten früheren Autoren geschehen war, die Gallen um ihrer selbst willen als Gegenstand wissenschaftlicher Forschung gewählt und behandelt werden". Vgl. auch E. KÜSTER, Gallen der Pflz. (1911), S. 17.

Demnach befassen sich seine meisten Arbeiten mit Gallen; ganz besonders hat er den Milbengallen seine Aufmerksamkeit gewidmet. Er hat zuerst den aus dem Griechischen genommenen

---

1) Vgl. Nachruf von OTTO TASCHENBERG in Leopoldina LII. Nr. 8, 1916, S. 55. — Am 17. März 1919 ist nun auch der Dritte im Bunde der hervorragenden deutschen Gallenforscher, EW. H. RÜBSAAMEN, der Wissenschaft durch den Tod entrissen worden; vgl. Nachruf von O. TASCHENBERG in Leopoldina LV. 1919, S. 41.

Ausdruck „Cecidium“ für das ursprünglich lateinische Wort Galle eingeführt; in seinen Beiträgen zur Kenntnis der Milbengallen und Gallmilben (12, 1873, S. 513) sagt er: „Ein Cecidium nenne ich jede durch einen Parasiten veranlaßte Bildungsabweichung der Pflanze. Das Wort Bildung ist in dieser Erklärung zugleich im Sinne des Prozesses (also aktiv), nicht nur seines Resultates zu nehmen. Eine abweichende Form zeigt jedes von einer Raupe angefressene oder minierte Blatt. Solche Veränderungen wird niemand den Cecidien beigesellen. Zur Natur der letzteren gehört die aktive Teilnahme der Pflanze, die Reaktion derselben gegen den erfahrenen Reiz.“ Die Einführung dieses Namens war ein glücklicher Gedanke; ließen sich doch aus dem Worte durch Zusammensetzung mit anderen kurze treffende Ausdrücke bilden. So unterschied TH. selbst nach den verursachenden Parasiten schon Acarocecidien (dafür setzte er später Phytoptocecidien, um die Verwechselung mit Acrocecidien zu vermeiden, vergl. Zeitschr. gesamt. Naturwiss. XLIX. 1877, S. 329), Dipterocecidien, Mycocecidien, und nach der Entstehung teilte er die Gallen (a. a. O. 1873, S. 514) in Acrocecidien und Pleurocecidien, Bezeichnungen, die noch jetzt vielfach gebraucht werden, da sie trotz mancher Mängel sich für eine kurze Kennzeichnung der Stellung der Galle am Pflanzensproß bewährt haben (vergl. KÜSTER, a. a. O. 79). Die gallenbildenden Tiere nannte er Cecidozoen, die von Gallen bewohnten Pflanzen Cecidophyten. Ferner hat er z. B. noch die Ausdrücke Eucecidien (Marcellia I. 1902, S. 146; E. KÜSTER, Pflanzengallen 1911, S. 5), Pseudocecidien (vergl. KÜSTER, a. a. O. S. 6), Procecidien (in Entomol. Nachrichten XIX. 1893, S. 289; KÜSTER, a. a. O. S. 6), Myelocecidien (61, S. XXIV) gebildet. Seine Verdienste um die Gallenforschung wurden durch Benennung einiger Gallentiere nach seinem Namen geehrt: *Eriophyes Thomasii* Nalepa (Sitzber. Akad. Wiss. Wien 1889, v. 89, p. 135, nach NALEPA in RÜBSAAMEN, Zoocecidien I. 1911, S. 245), verursacht die bekannten behaarten Blattschöpfe und Triebspitzen an *Thymus serpyllum*, deren schon J. BAUHIN (Hist. pl. univ. III. 1651, S. 269) gedenkt (Serpyllum interdum degenerat in capitula tomentacea, candicantia, quae florum loco sunt; vergl. D. H. R. VON SCHLECHTENDAL in Zeitschr. Naturw. LV. 1882, S. 485); *Phyllocoptes Thomasii* Nalepa, verursacht Blattrandrollung bei *Rhododendron ferrugineum* L. (vergl. NALEPA in RÜBSAAMEN, a. a. O. S. 264); *Cecidomyia Thomasiana* Kieffer (in Verh. zool. bot. Ges. Wien XXXVIII. 1888, S. 95), Mückengalle auf *Tilia*; *Trioza Thomasii* F. Loew (in Verh. zool.

bot. Ges. Wien XXXVIII 1888, S. 28), Blattfloh auf *Homogyne alpina.* Ferner widmete ihm EW. H. RÜBSAAMEN die Cecidomyiden-Gattung *Thomasiella* (Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin 1915, Nr. 10, S. 559).

Da er bei seinen cecidologischen Forschungen auf jegliche Verbildung von Pflanzenteilen achten mußte, so erwarb er sich auch eine gute Kenntnis der durch Pilze hervorgerufenen Mißbildungen sowie überhaupt aller Monstrositäten oder krankhaften Erscheinungen am Pflanzenkörper; alle diese Vorkommnisse zog er in den Kreis seiner Untersuchungen, und er hat daher über teratologische und pathologische Bildungen zahlreiche Arbeiten geliefert. Ferner hat er Schädigungen der Pflanzen durch Tiere, auch wo sie nicht gerade zur Ausbildung von Gallen führen, wiederholt untersucht, und man verdankt ihm wichtige Arbeiten über Schädlinge unserer Kulturpflanzen (100, 101, 112, 115, 116, 185, 199); nebenbei war er auch für die Aufklärung der Lebensweise und Verbreitung mancher Tiere, besonders der Insekten, tätig (74, 76, 77). Ein ausgezeichneter Kenner der heimischen Pflanzenwelt hat er unaufhörlich für die Erforschung der Flora Deutschlands[1]), besonders seiner Thüringer Heimat, gewirkt und in zahlreichen kleinen Mitteilungen seine Beobachtungen darüber veröffentlicht. Eigenartige Baumgestalten fesselten seine Aufmerksamkeit (39, 132, 177, 180) und die Ursachen phaenologischer Erscheinungen (38, 42, 47, 64) suchte er aufzuspüren, wie seine Mitteilungen über das Ergrünen des Buchenwaldes beweisen, worüber er im Bot. Verein d. Prov. Brandenburg einige Male vorgetragen hat (130, 146, 151). Gewissen Gruppen der niederen Pflanzen, besonders den blatt- und stengelbewohnenden Pilzen, wie z. B. den Uredineen, hat er besondere Aufmerksamkeit gewidmet; über Synchytrien hat er wiederholt geschrieben (33, 44, 60, 69, 92, 197). Auch der Frage nach der Entstehung der Pilzringe ist er nachgegangen (163, 174).

Mit Botanik und Zoologie und ihren Grenzgebieten begnügte sich jedoch sein vielseitiger Forschungseifer nicht; auch mit physikalischen Erscheinungen hat er sich öfter beschäftigt, und besonders gern ist er offenbar den Fragen der physiologischen Optik nachgegangen, die ihn schon frühzeitig angezogen haben (10, 11, 149). Diesem Interesse für die in mancher Hinsicht noch wenig geklärten Vorgänge beim Sehen verdanken wir seine letzte größere Abhandlung über das Blitzen der Blüten (205). — Seine ungewöhnlich reiche Bildung ermöglichte ihm schließlich sogar die Beherrschung von Stoffen, die außerhalb des Rahmens der Naturwissenschaften liegen, wie seine musikgeschichtlichen Abhandlungen über J. S BACH beweisen, der 1695—1700 Schüler des Ohrdrufer Lyceums war (Über den Stammbaum des Ohrdrufer Zweiges der Familie von J. S. BACH, Jahresbericht des Gymn. Gleichense 1899, S. 17—20; Einige Ergebnisse über JOH. S. BACHs Ohrdrufer Schulzeit, aus der Matrikel des Lyceums geschöpft, Beil. z. Jahresb. des Gräfl. Gleichens. Gymn. zu Ohrdruf 1900, 16 S.); seinen naturwissenschaftlichen Kenntnissen und seinem musikalischen Sinne entsprangen die Forschungen über den Kuckucksruf und aus älteren Notierungen darüber abzuleitende Schlußfolgerungen bezüglich der Kammertonhöhe (162, 164).

---

[1]) Über den Verbleib seiner Sammlungen (Gallenherbar, Herb. Thüringer Pflanzen, Herb. normale, Insekten u. a.) ist z. Z. noch keine endgültige Entscheidung getroffen.

In seinem Berufe war er ein tüchtiger Lehrer von großem Gerechtigkeitssinne, der die Schüler zu ernster Pflichterfüllung anzuleiten verstand; alle, die seine Unterweisung genossen hatten, blickten mit treuer dankbarer Verehrung zu ihm auf. Im Thüringer Waldboten 40. Jahrg. Nr. 300 vom 22. Dez. 1918 heißt es[1]): „Ein sehr großer Kreis von alten Schülern wird um den bedeutenden Mann trauern, ein Kreis von Schülern, dem er zwar ein strenger Lehrer war, denen er aber tiefes Interesse für Wahrheit und Wissen einzupflanzen vermochte.“ Die Wissenschaft wird das Andenken an diesen vielseitigen sorgfältigen Forscher, der besonders für die Cecidologie so ausgezeichnetes geleistet hat, stets in Ehren bewahren.

Verzeichnis der Schriften von F. Thomas.

Abkürzungen: B. C. = Botanisches Centralblatt; B. D. B. G. = Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; B. J. = Just's Botanischer Jahresbericht; F. n. Z. = Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift; G. = Gartenflora; M. B. V. Th. = Mitteilungen des Bot. Vereins für Gesamt-Thüringen; M. Th. B. V. = Mitteilungen des Thüringischen Bot. Vereins; S. N. F. = Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde Berlin; Th. M. = Thüringer Monatsblätter; V. Br. = Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg; V. z. b. G. = Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft Wien; Z. f. N. = Zeitschrift für die gesamten Naturwissenschaften; Z. Pk. = Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten.

1. De foliorum frondosorum Coniferarum structura anatomica. — Diss. Inaug. phytotom XI. Juli 1863, Berolini (G. SCHADE), 38 pp.

---

1) Die dort abgedruckte kurze und treffende Würdigung der Lebensarbeit von F. TH. rührt nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. P. THOMAS von Herrn Geh. Schulrat Dr. P. LANGER (Ohrdruf) her.

2. Zur vergleichenden Anatomie der Coniferen-Laubblätter. — PRINGSHEIMS Jahrb. f. wissensch. Bot. IV. 1865—66, S. 23—63 (dat. Aug. 1863).
3. Die Deutung der Sonnenflecke. — Z. f. N. XXXII. 1868, S. 22—28.
4. Über *Phytoptus* Duj. und eine größere Anzahl neuer oder wenig gekannter Mißbildungen, welche diese Milbe an Pflanzen hervorbringt. — Progr. Realschule u. des Progymnas. Ohrdruf. 4°. Gotha 1869; 22 S. 1 Taf. — Abdruck mit Zusätzen in Z. f. N. XXXIII. 1869, S. 313—366.
5. Über künstliche Dendriten. — Z. f. N. XXXV. 1870, S. 114—115.
6. Ein instructives Experiment über Intensität der Lichtempfindung. — HOFFMANNs Zeitschr. f. math. u. naturw. Unterricht 1872, S. 455.
7. Zur Entstehung der Milbengallen u. verwandter Pflanzenauswüchse. — Bot. Zeitung XXX. 1872, S. 281—290; Annal. Oenologie IX. 1881, S. 70—76, nach B. J. X. 1882. 2, S. 679
8. Entwickelungsgeschichte zweier Phytoptus-Gallen an Prunus. — Z. f. N. XXXIX. 1872, S. 193—202.
9. Schweizerische Milbengallen. — Bericht über d. Tätigk. d. St. Gallisch. Naturw. Ges. 1870/71. 1872, S. 340—356; Z. f. N. XXXIX. 1872, S. 459 bis 475.
10. Nicol als Reisebegleiter. — Z. f. N XL. 1872, S. 100—101.
11. Durch die hohle Hand. — Z. f. N. XLII. 1873, S. 317—323.
12. Beiträge zur Kenntnis der Milbengallen u. der Gallmilben. — Z. f. N. XLII. 1873. (1874), S. 513—537.
13. Der Holzkropf von *Populus tremula* L. ein Mycocecidium. — V. Br. XVI. 1874, S. 42—45.
14. Mit Holzkropf behaftete Aspen. — Z. f. N. XLVI. 1875. S. 170.
15. Durch Psylloden erzeugte Cecidien an *Aegopodium* u andern Pflanzen. — Z. f. N. XLVI. 1875. (1876), S. 438—446.
16. *Pulsatilla vernalis* in Thüringen. — Z. f. N. XLVI. 1875. (1876), S. 447 bis 448; V. Br. XVIII. 1876, S. 50.
17. Beschreibung neuer oder minder gekannter Acarocecidien. — Nova Acta Acad. nat. cur. XXXVIII. Nr. 2. 1876, S. 255—288, Taf. 9—11; B. J. IV, 1876, S. 1233—1234; Z. f. N. XLVII. 1876, S. 280.
18. Einteilung der Phytoptocecidien (Milbengallen), — V. Br. XIX 1877, S. 76—78; Bot. Zeitg. XXXVI. 1878, S. 652—654; Entomol. Nachr. IV. 1878, S. 126—128.
19. Ein neuer Stachelbeerfeind. — Z. f. N. XLIX. 1877, S. 131—135; NEUBERTs Deutsch. Magaz. f. Garten- u Blumenkunde 1877, S. 203—206; Monatsschr. Ver. zur Beförder. Gartenbaus Preuß. 1877, S. 280—282.
20. Ältere u. neue Beobachtungen über Phytoptocecidien. — Z. f. N. XLIX. 1877, S. 329—387, 1 Taf.; B. J. V. 1877. (1879), S. 512.
21. Einige Mitteilungen zur Phanerogamen- u. Pilzflora von Thüringen. — Z. f. N. XLIX. 1877, S. 516—518.
22. Durch Tiere erzeugte Pflanzengallen. — B. J. IV. 1876. 2. (1878), S. 1220 bis 1236; V. 1877. (1879), S. 485—517; VI. 1878. (1880), S. 140—175; VII. 1879. (1883), S. 183—210; VIII. 1880. (1883), S. 708—744.
23. Beschreibung einiger Versuche mit dem BELLschen Telephon. — Z. f. N. LI. 1878, S. 398—401.
24. Über 42 neue durch Dipteren, Psylloden u. Acariden erzeugte Cecidien. — Z. f. N. LI. 1878, S. 703—708; Bot. Zeitg. XXXVII. 1879, S. 92—96.
25. Standorte der *Scheuchzeria palustris* in Thüringen. — Z. f. N. LI. 1878. S. 716.

26. Ein sechstes Phytoptocecidium von *Acer campestre.* — Z. f. N. LII. 1879, S. 740—745.
27. Seltenere Pflanzen aus der Flora von Meiningen. — V. Br. XXI. 1879, (1880), S. 160.
28. Über eine Bildungsabweichung von *Anthemis tinctoria.* — V. Br. XXI. 1879. (1880), S. 125—126.
29. Über ein südafrikanisches Cecidium von *Rhus pyroides* Burch. — V. Br. XXII. 1880, S. 62—64.
30. *Puccinia chrysosplenii* Grev. auf *Chrysosplenium oppositifolium.* — V. Br. XXII. 1880, S. 64.
31. *Asplenium germanicum* Weis im westlichen Thüringen. — V. Br. XXII. 1880, S. 64.
32. Über die von M. GIRARD kürzlich beschriebenen Gallen der Birnbäume. — Monatsschr. Ver. zur Beförder. d. Gartenbaues in Preußen XXIII. 1880, S. 279—283; B. C. 1880, S. 851. (Übersetzung in Bull. Soc. d'Hortic. de Cholet 1880, S. 36—46; vgl. G. XL. 1891, S. 62.)
33. *Synchytrium* u. *Anguillula* auf *Dryas.* — B. C. I. 1, 1880, S. 761—764.
34. Über das Vorkommen von *Mus rattus* in Thüringen. — Z. f. N. LIII. 1880, S. 419—424.
35. *Grapholitha Zebeana* Ratzeb. — KATTERs Entomol. Nachr. VII. 1881. S. 281—283; B. C. VII. 1881, S. 377—378.
36. Teratologische u. pathologische Mitteilungen. — Irmischia I. 1881, S. 36—37; B. J. IX. 1881. 1. (1884) 540, 2. (1884) 89.
37. Über einige neue deutsche Cecidien. — V. Br. XXIII. 1881, S. 50-53; B. C. IX. 1882, S. 158—159.
38. Phaenologische Beobachtungen aus Thüringen. — 4. Hauptvers. Bot. Ver. f. Thüringen, Irmischia, abg. Sondershausen a. 18. u. 19. November 1882. — B. J. X. 2. 1882 (1885), S. 271.
39. Über ein stattliches Exemplar einer vielgipfligen Fichte in Thüringen. V. Br. XXIV. 1882. (1883), S. 101—102.
40. *Diervilla canadensis* Willd. im Thüringer Wald. — Deutsche Bot. Monatsschr. I. 1883, S. 131—132.
41. Neue Standorte der Thüringer Flora. — Irmischia III. 1883, S. 6.
42. Phaenologisches von der Höhe des Thüringer Waldes. — Irmischia III. 1883, S. 6; B. J. XI. 1883. 2. (1886), S. 106.
43. Notizen zur Flora von Mittelthüringen. — Irmischia III. 1883, S. 26—27.
44. *Synchytrium pilificum* n. sp. — B. D. B. G. I. 1883, S. 494—498.
45. Einhäusige *Mercurialis perennis* L. — B. C. XV. 1883, S. 29.
46. Zwei Blütenmonstrositäten von *Potentilla* u. *Chrysanthemum.* — Bericht. Oberhessisch. Gesellsch. Giessen XXII. 1883, S. 305—308.
47. Phaenologische Beobachtungen aus dem Herzogtum Gotha für 1883. — M. B. V. Th. II. 1884, S. 184—187; B. J. XI. 1883. 2. (1886), S. 106.
48. Zur Beziehung zwischen Pilzen einerseits u. Gallen sowie Gallmückenlarven andrerseits. — Irmischia V. 1885, S. 4; B. C. XXII, 1885, S. 269.
49. Beitrag zur Kenntnis alpiner Phytoptocecidien. — Wiss. Beilage zum Progr. d. Herzogl. Realschule u. d. Progymn. Ohrdruf. Gotha 1885 4°, 18 S.; Bot. Zeitg. XLIII. 1885, S. 427—428.
50. Beiträge zur Kenntnis der in den Alpen vorkommenden Phytoptocecidien. — M. B. V. Th. IV. 1885, S. 16—64; B. C. XXIV. 1885, S. 171 bis 174.

51. Notizen zur Flora von Engstlenalp. — B. C XXVII. 1886, S. 337.
52. Teratologisches von Engstlenalp. — B. C. XXVII. 1886, S 340—342; M. B. V. Th. IV. 1885, S. 92—94.
53. Über Weinblattgallen. – Entomol. Nachr. XII. 1886, S. 199—200; B. J. XIV. 1886. 2. (1889), S. 354.
54. Über eine Vergrünung von *Saxifraga aizoides* L. — M. B. V. Th. V. 1886, S. 66; B. J. XV. 1. 1887. (1889), S. 599.
55. Monströses Exemplar von *Gymnadenia odoratissima* Rich. — M. B. V. Th. V. 1886, S. 67.
56. Suldener Phytoptocecidien. — V. z. b. G. XXXVI. 1886, S. 295—306.
57. Über zwei neue Fälle der Symbiose von Gallmückenlarven u. Uredineen. — Irmischia VI. 1886, Nr. 9, S. 33; B. J. XVIII. 1890. 1. (1892), S. 177.
58. Mykologische Notizen. — Irmischia VI. 1886, Nr. 9; B. J. XVI. 1888. 1. (1890), S. 308.
59. Über die Mückenblattgalle von *Vitis vinifera* u. ihre Unterscheidung von der Reblausgalle. — KARSCH, Entomolog. Nachr. XII. Nr. 9, 1886, S. 129—135; B. J. XIV. 1886. 2. (1889), S. 356.
60. *Synchytrium cupulatum* n. sp. — B. C. XXIX. 1887, S. 19—22.
61. Über das durch eine Tenthredinide erzeugte Myelocecidium von *Lonicera.* — V. Br. XXIX. 1887. (1888), S. XXIV—XXVII.
62. Bemerkungen über Holzkröpfe von Birken, Aspen u. Weiden. — V. Br. XXIX 1887. (1888), S. XXVII—XXIX.
63. Über einige Tiroler Pflanzen. — M. B. V. Th. VI. 1888, S. 14.
64. Phaenologische Beobachtungen zu Ohrdruf aus den Jahren 1884—1887. — M. B. V. Th. VI. 1888. S. 39—42.
65. Über die Brauchbarkeit einjähriger phaenologischer Beobachtungen. — Ber. Oberhessisch. Ges. f. Natur- u. Heilkunde. Gießen XXVI. 1888. S. 56—57.
66. Über die Flora von Cogne in Piemont. — M. B. V. Th. VII. 1889, S. 12.
67. Zwei für Thüringen neue Pilze: *Ovularia primulana* Karst. u. *Taphrina Tormentillae* Rostr. — M. B. V. Th. VII. 1889, S. 12.
68. Über das Vorkommen von *Exobasidium Warmingii* Rostrup in Tirol u. Piemont. — V. z. b. G. XXXIX. 1889, Sitzungsb. S. 86; B. C. XLII. 1890, S. 142.
69. *Synchytrium alpinum* n. sp. — B. D. B. G. VII. 1889, S. 255—258.
70. Über das Heteropterocecidium von *Teucrium capitatum* u. anderen *Teucrium*-Arten. — V. Br. XXXI. 1889, S. 103—107.
71. Über einige neue exotische Cecidien. — S. N. F. 1889, S. 101—109.
72. Cranberry Leaf-Galls. — U. S. Departm. Agric. Divis. of Entomology, Period. Bull. March 1889, I. Nr. 9, S. 279—280 (Insect life); B. J. XVII. 1889. 1. (1891), S. 340.
73. Über die Gattungen *Urophlyctis* u. *Synchytrium.* — M. B. V. Th. VIII. 1889/90, S. 4.
74. Entomologische Notizen. — Entom. Nachricht. XVI. 1890, S. 305—311; B. J. XVIII. 1890. 2. (1893), S. 197.
75. *Phytoptus quadrisetus* n. sp. (in Massalongo, Intorno ad un nuovo tipo di Phytoptocecidio del *Juniperus communis).* — Nuovo Giorn. bot. ital. XXII. 1890, S. 461—462.
76. Larve u. Lebensweise der *Cecidomyia Pseudococcus* n. sp. — V. z. b. G. XL. 1890, S. 301—306, Taf. VI.

77. Weiteres über *Cecidomyia Pseudococcus.* — V. z. b. G. XL. 1890, Sitzungsb. S. 65—67; B. J. XVIII. 1890. 2. (1893), S. 181.
78. Zur Calycanthemie von *Soldanella.* — V. z. b. G. XL. 1890, Sitzungsb. S. 67.
79. Die Blattflohkrankheit der Lorbeerbäume. — G. XL. 1891, S. 42—45; B. J. XIX. 1891. 2. (1894), S. 232.
80. Zum Gitterrost der Birnbäume. — G. XL. 1891, S. 62.
81. Der Fichtennetzwickler in Thüringen. — G. XL. 1891, S. 619—620.
82. Vorlage der *Cecidotheca germanica*[1]). — M. B. V. Th. IX. 1891, S. 38.
83. Über Vorkommen u. Kultur der vergrünten *Anemone nemorosa.* — M. B. V. Th. IX. 1891, S. 38.
84. Über Pilzsporentransport durch die Rosenschabe. — M. Th. B. V. N. F. I. 1891, S. 10; B. J. XIX. 1891. 1. (1894), S. 176.
85. Beobachtungen über Mückengallen. — Wissensch. Beilage z. Progr. des Gymnas. Gleichense Ohrdruf. Gotha 1892. 4⁰. 10 S.; B. J. XX. 1892. 2. (1895), S. 216, 244.
86. Neue Fundorte alpiner Synchytrien. — V. z. b. G. XLII. 1892, S. 60—61; B. C. LIII. 1893, S. 309—310.
87. Alpine Mückengallen. — V. z. b. G. XLII. 1892, S. 356—376, Taf. VI
88. H. BORGMAN, Neue Beobachtungen u. Untersuchungen über Lärchenfeinde. — Beiheft z. B. C. III. 1893, S. 395—396.
89. Cecidiologische Notizen I. — Entomolog. Nachricht. XIX. 1893, Nr. 19, S. 289—304; B. J. XXI. 1893. 1. (1896), S. 193, 397, 428; Z. Pk. IV. 1894, S. 233.
90. Über das Vorkommen der Knoppern in Deutschland. — M. Th. B. V. V. 1893, S. 7.
91. Über Pilze von Arosa in Graubünden. — M. Th. B. V. V. 1893, S. 7.
92. Neue Fundorte alpiner Synchytrien. — B. C. LIII. 1893, S. 309—316.
93. Seltene Gallen (neue Milbengallen). — M. Th. B. V. N. F. V. 1893, S. 7; B. J. XXI. 1893. 1. (1896), S. 398.
94. Über die Bildung des Sackes der Rosenschabe. — M. Th. B. V. N. F. V. 1893, S. 11—12; B. J. XXI. 1893. 1. (1896), S. 419, 430.
95. Zwei hochalpine *Rhopalomyia*-Arten. — V. z. b. G. XLIII. 1893, S. 301—309.
96. Bemerkungen zu R. HESS' Beobachtung der Knopperngallwespe bei Gießen. — F. n. Z. II. 1893, S. 272—274.
97. Ein alpines Auftreten von *Chrysomyxa abietis* in 1745 m Meereshöhe. — F. n. Z. II. 1893, Heft 7. S. 270; Z. Pk. IV. 1894, S. 48.
98. Die Mückengallen der Birkenfrüchte. — F. n. Z. II. 1893, S. 464—465.
99. Besprechung von H. RÜBSAAMEN, Mitteilg. über neue u. bekannte Gallmücken. — B. C. LIII. 1893, S. 262—264.
100. Die rote Stachelbeermilbe *Bryobia nobilis* C. L. Koch, ein in Deutschland bisher nicht beachteter Schädiger des Stachelbeerstrauches. — G. XLIII. 1894, S. 488—496.
101. Über Schädigung der Stachelbeersträucher durch *Bryobia ribis.* — M. Th. B. V. VI. 1894, S. 10.
102. Über die Fenstergalle des Bergahorns. — M. Th. B. V. VI. 1894, S. 10—11.

---

[1]) Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. H. HEDICKE sind von dieser Sammlung nur zwei Lieferungen mit 100 Nummern erschienen.

103. Über *Magnusiella Potentillae* (Farl.) Sadeb. — M. Th. B. V. VI. 1894, S. 11.
104. Dauerfaltungen der Rotbuchenblätter als Folge der Einwirkung von Arthropoden. — F. n. Z. III 1894, S. 321—327.
105. Die Ansiedelung der großfrüchtigen amerikanischen Moosbeere (Cranberry) auf Thüringer Wiesenmooren. — Th. M. III. 1895, S. 9—11; G. XLIV. 1895, S. 401—404.
106. Notiz über Vorkommen u. Fang von *Liriomyza urophorina* Mik. — Entomol. Nachricht. XXI. 1895, S. 197—198; Ber. Leist. Entomol. 1895, S. 402.
106a. Eine optische Täuschung bei Gipfelaussichten. — Th. M. III. 1895, S. 24—26; Naturw. Wochenschr. X. 1895, S. 388—390.
107. Die Fenstergalle des Bergahorns. — F. n. Z. IV. 1895, S. 429—437; B. C. LXX. 1897, S. 73.
108. Vorlage einer *Primula elatior* mit verbreiterten Kelch- u. Hüllblättern und einer Nelke mit sporntragenden Laubblättern. — V. Br. XXXVII. 1895. (1896), S. LV.
109. Fenstergalle des Bergahorns; *Ranunculus pygmaeus* neu für Kärnten. — V. Br. XXXVII. 1895. (1896), S. LVI.
110. Über sporentragende Nelken. — V. Br. XXXVII 1895. (1896), S. 163—167.
111. Ein weiteres Beispiel von Assoziation durch eine Geruchsempfindung als unterbewußtes Mittelglied. — Zeitschr. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane XII. 1896; Sep. 2 S.
112. Über die Lebensweise der Stachelbeermilbe *Bryobia ribis* und deren Verbreitung in Deutschland. — Z. Pk. VI. 1896, S. 80—84.
113. Über ein neues Helminthocecidium der Distelblätter und über die orientalische Zundergalle von *Artemisia*. — M. Th. B. V. IX. 1896, S. 11.
114. Ein neues Helminthocecidium der Blätter von *Cirsium* u. *Carduus*. — M. Th. B. V. IX. 1896, S. 50—53; B. C. LXX. 1897, S. 73.
115. Die rotköpfige Springwanze *Halticus saltator*, ein neuer Feind der Mistbeetpflanzen, besonders der Gurken. — Z. Pk. VI. 1896, S. 270—275.
116. Schädliches Auftreten von *Halticus saltator* in Deutschland. — Entom. Nachr. XXII. 1896, S. 257—259; B. J. XXIV. 1896. 1. (1899), S. 201, 348.
117. Schädigung von Gurkenpflanzen durch *Halticus saltator* Geoffr. — M. Th. B. V. X. 1897, S. 9.
118. Über Scheker Tighal. — M. Th. B. V. X. 1897, S. 9.
119. Zur Adventivflora von Erfurt. — M. Th. B. V. X. 1897, S. 10.
120. Ein neuer durch *Euglena sanguinea* erzeugter kleiner Blutsee in der baumlosen Region der Bündner Alpen. — M. Th. B. V. X. 1897, S. 28—39; B. C. LXXI. 1897, S. 364.
121. Über einige Exobasidieen u. Exoasceen. — F. n. Z. VI. 1897, S. 305 bis 314; B. J. XXV. 1897. 1. (1900), S. 263, XXVI. 1898. 2. (1901), S. 363.
122. Entgegnung. — F. n. Z. VI. 1897, S. 438—439.
123. Über *Exobasidium Vaccinii* Wor., einige andere Exobasidien u. *Magnusiella* (Rostr.) Sacc. — M. Th. B. V. XI. 1897, S. 6.
124. Über *Bryobia ribis*. — M. Th. B. V. XI. 1897, S. 6.
125. Über Haselnüsse auf dem Grunde eines Moors des Thüringer Waldes. M. Th. B. V. XI. 1897, S. 7.
126. Über einen gallenfressenden Rüsselkäfer u. ein Kontrollverfahren bei Untersuchungen über Insektenfraß an Pflanzen (Koprolyse). — Entomol. Nachricht. XXIII. 1897, S. 345—348; B. J. XXV. 1897. 1. (1900), S. 66; Z. Pk. IX. S. 167.

127. Positive Heliotaxis bei den Larven einer Pflanzenmilbe (*Bryobia ribis* Th.). — S. N. F. 1897, S. 39—45.
128. Mimicry bei Eichengallen. — S. N. F. 1897, S. 45—47; B. C. LXXI. 1897, S. 377.
129. Über durch elektrisches Licht hervorgerufene Vegetation. — V. Br. XXXIX. 1897. (1898), S. XCI—XCII.
130. Über eine ungewöhnliche Erscheinung beim Ergrünen des Buchenwaldes. — V. Br. XXXIX. 1897. (1898), S. XCII—XCIII.
131. Eine Bemerkung zu JUL. SACHS physiologischen Notizen, den Fundamentalsatz der Cecidiologie betreffend. — B. D. B. G. XVI. 1898, S. 72—74
132. Vielgipflige Fichten u. Tannen. — Th. M. V. 1898, Nr. 11, S. 117—118; B. J. XXXI 1903. 2. (1905). S. 150.
133. Die dicke Tanne bei Elgersburg. — Th. M. VI. 1898, S. 40—41.
134. Fasciation von *Acacia linifolia* Willd. — M. Th. B. V. XIII—XIV. 1899, S. 113.
135. Vergrünung von *Anemone nemorosa* L. — M. Th. B. V. XIII—XIV. 1899, S. 113.
136. Die Eiben am Veronikaberg bei Martinroda. — Th. M. VII. 1899, S. 40—44.
137. Kleiner Beitrag zur Kenntnis der Stengelgalle von *Aulax scabiosae* (Gir.) an *Centaurea scabiosa*. — M. Th. B. V. XV. 1900, S 45—48; B. C. LXXXIX. 1902, S. 594.
138. Die Aroser und andere *Euglena*-Blutseen. — M. Th. B. V. XV. 1900, S. 61—64.
139. Über den auf dem Grunde des Schneekopfmoores im Thüringerwald 1892 gemachten Haselnußfund. — Th. M. VIII. 1900—1901, Nr. 12, S. 122—127.
140. Über ein thüringisches Vorkommen von *Sclerotinia tuberosa* (Hedw.) Fuck. als Gartenfeind der Anemonen. — M. Th B. V. XVI. 1901, S. 5 - 6.
141. Legt eine durch eine *Urocystis* erzeugte Galle von *Ranunculus acris* u. neue Mückengallen von *Vaccinium uliginosum* vor. — M. Th. B. V. XVI 1901, S. 6.
142. Standort von *Dipsacus pilosus* im Herzogtum Gotha. — M. Th. B. V. XVI. 1901, S. 6.
143. Über die Winterblätter von *Galeobdolon luteum*. — M. Th. B. V XVI. 1901, S. 13—15.
144. Weitere Bemerkung über die Aulax-Galle von *Centaurea scabiosa*. — M. Th. B. V. XVI. 1901, S. 15 (XV, S. 45).
145. Anpassung der Winterblätter von *Galeobdolon luteum* an die Wärmestrahlung des Erdbodens. — B. D. B. G. XIX. 1901, S. 398 - 403.
146. Mitteilung über die Buchenwaldergrünung bei Friedrichroda. — V. Br. XLIII. 1901. (1902), S. XXVIII—XXIX.
147. Junges Buchengrün. Eine Plauderei für Waldfreunde. — Th. M. X. 1902. (1. Mai), S. 1—2; B. J. XXXI. 1903. 2. (1905), S. 150.
148. Die Dipterocecidien von *Vaccinium uliginosum* mit Bemerkungen über Blattgrübchen u. über terminologische Fragen. — Marcellia I. 1902, (1903), S. 146—161; B. J. XXX. 1902. 2. (1905), S. 584.
149. Graulichtversuche zur Einführung in die M. SCHULTZEsche Theorie von der Funktion der Netzhautstäbchen. — Natur u. Schule II. 1903, S. 233 bis 237.

150. Polarisationsfarben ohne Apparate. — Natur u. Schule II. 1903, S. 237.
151. Eine neue Beobachtung über scharfe Begrenzung des jungen Buchengrüns. Th. M. XI. Nr. 1, 1903, S. 1. (Hinweis auf Mitt. ebenda X, S. 11).
152. Über Moosvegetation in elektrisch beleuchteten Höhlen. — V. Br. XLV. 1903. (1904), S XXIX
153. Durch Witterungseinfluß geschädigte Roßkastanienblätter. — Natur u. Schule III. 1904, S. 270—271.
154. Altes u. Neues über *Blaniulus guttulatus* Gerv. als Schädiger des Pflanzenbaues. — Naturwiss. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. II. 1904, S. 287 bis 293.
155. Zwei für das Herzogtum Gotha neue Nordamerikaner. — M. Th. B. V. XVIII. 1904. S. 42—44.
156. Über eine neue Mückengalle von *Erysimum odoratum* Ehrh. u. *E. cheiranthoides* L. — M. Th. B. V. XVIII 1904, S. 43—44; B. J. XXXI. 1903. 2. (1905), S. 493.
157. Scharfe Horizontalgrenze der Frostwirkung an Buchen. — Th. M. XII. Nr. 1. 1904, S. 5; B. J. XXXII. 2, S. 232.
158. *Lysimachia ciliata* in Thüringen. — M. Th. B. V. XIX. 1905, S. 8—10.
159. Die meteorologischen Ursachen der Schlitzblättrigkeit von *Aesculus hippocastanum* — M. Th. B. V. XIX. 1905, S. 10—16.
160. Ein Mycocecidium von *Luzula pilosa.* — M. Th. B. V. XIX. 1905, S. 125—126.
161. Beginnende Vergrünung der Blüten von *Aquilegia vulgaris.* — M. Th. B. V. XIX. 1905, S. 126.
162. Der Kuckucksruf bei ATHANASIUS KIRCHER u. die Höhe der Stimmung um 1650. — Abh. Vereins f. Naturkunde Cassel LXVIII.—LXIX. 1903—1905. (1905), S. 5—9.
163. Die Wachstumsgeschwindigkeit eines Pilzkreises von *Hydnum suaveolens.* B. D. B. G. XXIII. 1905, S. 476—478.
164. Mannigfaltigkeit der Kuckucksrufe. — Th. M. XIV. 1905, Nr. 2 u. 3.
165. Vom Notjahr einer jungen Fichte. — Aus den Coburg-Gothaischen Landen, Heimatblätter, herausgeg. von EHWALD, Heft 4, 1906, S. 51 bis 54; B. C. CV. 1907, S. 325.
166. *Solidago virgaurea* L. vom Simplonpaß. Accomodation im Aufblühen. — M. Th. B. V. XXI. 1906, S. 91—92; B. J. XXXIV. 1906. (1907), S. 445.
167. Standorte einiger für die Flora von Ohrdruf meist neuer Phanerogamen. M. Th. B. V. XXI. 1906, S. 92 93.
168. Stengelgalle von *Phyteuma.* — M. Th. B. V. XXI. 1906, S. 93.
169. Eine Bildungsabweichung der Früchte von *Ribes Grossularia.* — M. Th. B. V. XXI. 1906, S. 106.
170 Verschleppung von *Collomia* durch Flußkies. — M. Th B. V. XXI. 1906, S. 106—107.
171. Anbau von Patschdinkel, *Triticum monococcum,* in Wölfis. — M. Th B. V. XXI. 1906, S. 108.
172. Biographische Notiz über ED. WENCK. — M. Th. B. V. XXI. 1906, S. 113—114.
173. *Lyngbya thermalis* in Grönland. — M. Th. B. V. XXI. 1906, S. 114.
174. Über neuere Erklärungen für die Entstehung der Pilzringe. — M. Th. B. V. XXI. 1906. S. 114—116.
175. Zu dem Vorkommen von *Lysimachia ciliata* in Obermehler. — M. Th. B. V. XXI. 1906, S. 116.

176. Blattgallen der Linde. — Naturwiss. Wochenschr. XXI. 1906, S. 16; B. J. XXXIV. 1906. 8. (1909), S. 318.
177. *Picea excelsa* lusus *cupressina* — Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. XVI. 1907, S. 232—254, Taf. 8.
178. Kritik von F. RUDOW, Einige merkwürdige Gallenbildungen. — Centralbl. Bakteriol. XXI. 2. 1908, S. 174—175; B. J. XXXVI. 1908. 2. (1910), S. 625.
179. Die Tambacher Cypressenfichte. — Heimatblätter aus den Coburg-Gothaischen Landen, herausgeg. von EHWALD, Heft 6, 1908, S. 58—60.
180. Die Zypressenfichte, eine neue Spielart. — Naturwiss. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. VII. 1909, S. 340—342.
181. Ein hervorragendes Erzeugnis des heimischen Waldes. — Th. M. XVII. Nr. 5, 1909, S. 66—70.
182. Neue Mückengallen. — M. Th. B. V. XXV. 1909, S. 29—31; B. J. XXXVII. 1909. 1. (1912), S. 969.
183. Über *Cynips Mayri* Kieffer. — M. Th. B. V. XXV. 1909, S. 56.
184. Über einen Blutsee unweit des Lischanna-Ferners bei Schuls. — M. Th. B. V. XXV. 1909, S. 56.
185. Über die Knickung der Rosenknospen durch *Anthonomus Rubi.* — M. Th. B. V. XXV. 1909, S. 56.
186. Eine Mahnung an Autoren, Referenten u. Redaktionen. — Marcellia IX. 1910, S. XIV; B. J. XXXVIII. 1910. 1. (1913), S. 1309.
187. Die Verbreitung der gefeldertrindigen Buche *Fagus silvatica* var. *quercoides* Pers. — Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. VIII. 1910, S. 344—346; Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. XIX. 1910, S. 311; M. Th. B. V. XXVIII. 1911, S. 81.
188. Die alte Tanne bei Friedrichsanfang. — Aus den Coburg-Gothaischen Landen, Heimatblätter, VII. 1910, S. 33—35; M. Th. B. V. XXIX. 1912, S. 60.
189. Eine Erklärung für das blitzähnliche Aufleuchten feuerroter Blüten in der Dämmerung. — Naturwiss. Wochenschr. XXV. 1910, S. 573—574; M. Th. B. V. XXVIII. 1911, S. 88.
190. Verzeichnis der Schriften über deutsche Zoocecidien u. Cecidozoen. — In EW. H. RÜBSAAMEN, Die Zoocecidien, durch Tiere erzeugte Pflanzengallen Deutschlands u. ihre Bewohner, 1. Lief. 1911, S. 1—104 (Zoologica Heft 61).
191. Die hohe Tanne bei Friedrichsanfang. — Th. M. XIX. 1911, S. 61—62; B. J. XXXIX. 1. 1911. (1912), S. 529.
192. Über einige Pflanzenschädlinge aus der Gegend von Ohrdruf. — M. Th. B. V. XXVIII. 1911, S. 57—59, 82; B. J. XXXIX. 1911. 1. (1912), S. 1331.
193. Über die mitteldeutschen Fundorte der Galle von *Cecidomyia Poae* an *Poa nemoralis.* — M. Th. B. V. XXVIII. 1911, S. 81—82.
194. Fruchtgalle von *Rhamnus cathartica.* — M. Th. B. V. XXVIII. 1911 S. 87.
195. *Antirrhinum majus* mit petaloiden Staubgefäßen. — M. Th. B. V. XXVIII 1911, S. 87—88.
196. Die Verteilung der Gallen von *Urophlyctis hemisphaerica* Speg. auf der Nährpflanze *Carum Carvi.* — M. Th. B. V. XXIX. 1912, S. 20—23.
197. Über thüringische Synchytrien u *Urophlyctis.* — M Th. B V. XXIX 1912, S. 58—59.

198. Wirkungen des Frostes an *Athyrium filix femina* u. die häufig mit Frostwirkung verwechselten Minen von *Orchestes fagi* an *Fagus silvatica*. — M. Th. B. V. XXIX. 1912, S. 59.
199 Schädigung der *Abies Nordmanniana* durch *Dreyfusia Nüsslini* C. B. — M. Th. B. V. XXIX. 1912, S. 59—60.
200. Bringt den Namen Silberblüte für *Syringa vulgaris* zur Sprache. — M. Th. B. V. XXIX. 1912, S. 60.
201. Verteilt *Geranium nodosum*. — M. Th. B. V. XXIX. 1912, S. 60.
202. Einige biographische Data von Gallenforschern. — Marcellia XI. 1912, S. 104—107.
203. Die zweierlei Mückengallen der einjährigen Weidenruten durch *Cecidomyia salicis* u. *C. dubia* erzeugt. — Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. XXII. 1913, S. 299—300.
204. Ungewöhnliche Häufigkeit der Artischockengalle der Eiche. — Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. XXIII. 1914, S. 297—298.
205. Das ELISABETH-LINNÉ-Phänomen (sogenanntes Blitzen der Blüten) u. seine Deutungen. Zur Anregung u. Aufklärung, zunächst für Botaniker u. Blumenfreunde Mit einer kleinen Farbentafel. Jena, G. FISCHER, 1914; 54 S. — B. C. CXXVIII. 1915, Nr. 2, S 43. — Vergl. Kritik von C. HESS in Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. XII. 1914, S. 499—501.
206. Wirrzöpfe an Trauerweiden. — Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. XXIV. 1915, S. 323.

Victor Engler.

Von

HUBERT WINKLER.

VICTOR ENGLER wurde am 3. Juni 1885 als Sohn des Kaufmanns PAUL ENGLER in Thorn geboren. Ostern 1904 verließ er das Gymnasium seiner Vaterstadt mit dem Zeugnis der Reife und studierte in Breslau Naturwissenschaften, besonders Botanik. Wenn ihm auch kein langes Leben beschieden gewesen ist, so hat er doch durch seine *Tilia*-Monographie, von der der allgemeine Teil 1909 als Breslauer Dissertation erschien, seinen Namen in der botanischen Literatur sehr beachtlich verewigt. Für den, der ENGLER gekannt hat, erscheint diese Arbeit als ein Ausfluß seines menschlichen Wesens; sie ist so gründlich und umfassend, daß sie wohl für absehbare Zeit die Grundlage für die Erforschung der Gattung bleiben wird. Jahrelang hat der Verfasser an ihr gearbeitet, weil er sie nur auf möglichst umfangreiches Material und möglichst erschöpfende

Verwertung der Literatur gründen konnte; und dann, weil er allen Anregungen, auch auf außerbotanischen Gebieten, nachging. Denn er besaß das Bedürfnis nach einer vielseitigen Bildung, nicht aus Oberflächlichkeit, sondern aus echt philosophischem Geiste, der alle Erscheinungen des Lebens und der Wissenschaft in Beziehung setzen wollte. Eines seiner Lieblingsgebiete waren sprachliche und volkskundliche Studien, wie auch die Einleitung seiner Dissertation beweist. Außer seiner Monographie hat er nur noch wenige Aufsätze veröffentlicht: „Zwei verkannte Linden“ (Mitt. d. Deutschen Dendrolog. Ges. 1907), „Beiträge zur Kenntnis der heimischen Lindenflora“ (Jahresber. d. schles. Ges. f. vaterländ. Kultur 1913) und mit dem Verfasser dieses Nachrufs zusammen „Über herbstliches Ausdauern von Laubblättern“ (Naturwissenschaftl. Wochenschrift 1913).

Am ersten Mobilmachungstage mußte ENGLER 1914 als Unteroffizier ins Heer einrücken, beim 11. Grenadierregiment in Breslau, bei dem er den Feldzug bis zu seinem Tode mitgemacht hat. Im Frühjahr 1917, als das Regiment in Mazedonien lag, wurde er zum Offizier befördert und zur Abhaltung eines Instruktionskursus einer bulgarischen Formation zugeteilt. Am ersten Tage nach seiner Rückkehr zu seinem Regiment traf ihn bei Kanatlarci, auf dem Wege zur Stellung, eine Granate tödlich. Unter großer Teilnahme deutscher und bulgarischer Kameraden wurde er auf dem Dorffriedhof von Kanatlarci beerdigt. Auch als Soldat hatte er sich, trotz seiner Zurückhaltung, durch seinen Gerechtigkeitssinn und seine Pflichttreue die Hochachtung seiner Untergebenen und Vorgesetzten erworben.

Breslau.

Verzeichnis der Pflanzennamen

(einschließlich einiger Tiernamen).

Abies 140, 460.
— *concolor* 140, 149.
— *Nordmanniana* 140.
— *pectinata* 140, 149.
Acanthaceen 478.
Acarosporium 315.
— *austriacum* 315.
Acer 339.
— *negundo* 59, 84, 99, 189, 509.
— *platanoides* 432.
— *Pseudoplatanus* 140, 146, 149, 566, 661, 665.
Achillea millefolium 640.
Achimenes 242.
Achnanthes 219.
— *brevipes* 219.
Aconitum 340.
— *Lycoctonum* 340, 344, 349.
— *Napellus* 345.
— *variegatum* 565, 566.
Acorus Calamus 551.
Acrasieae 378.
Acrocordia conoidea 154, 155, 156,
Actaea 347.
Actinastrum 254.
Actinophrys 376.
Actinosphaerium 376.
Actinonema (55).
Adelia microphylla 506.
Aegilops speltoides 670
Aeschynanthus pulcher 547.
Aesculus 206—208.
— *hippocastanum* 204, 205, 208.
Agapanthus 277.
Agaricaceae 457.
Agaricus tigrinus 459.
Agrimonia pilosa 564.
Agrostemma 206.
— *Githago* 204, 205.
Agyrieae 306, 307.
Agyrona 308.
— *Calami* 308.
Ahorn 140—143, 145, 146, 148, 149, 460, 461, 661.
Akontae 405, 406, 407.
Alaria 246.
— *esculenta* 252.
Alchemilla 300.
Algen 99, 366, 390, 401, 403.
Alisma plantago-aquatica 202.
Allium 285, 287.
— *cepa* 284, 285.
— *odorum* 260.
Alnus 487, 489.
— *glutinosa* f. *imperialis* 487.
— — f. *incisa* 487.
— — f. *laciniata* 487.
— — f. *quercifolia* 487.
— — f. *sorbifolia* 487.
Alyssum montanum 411, 643.
Amarantus Blitum 547.
Amaryllidaceae 547.
Amazonia 471, 472.
— *Psychotriae* 472, 473.
Amoeben 359.
Amoebina 378.
Ampelopsis quinquefolia 547.
— *Veitchii* 547.
Ampullina 186.
Anabaena 651.
— *circinalis* 650.
— *Flos-aquae* 652
— *Flos-aquae* var. *gracilis* 650.
— *macrospora* var. *gracilis* 650.
— *spiroides* 650, 652.
Anacardiaceae 502.
Andropogon ischaemon 641.
Anemone Hepatica 568.

Anemone nemorosa 338, 344.
Angiantheae 334, 335.
Anisochora 312.
— *Corni* 312.
Ankistiodesmen 408.
Ankistrodesmos falcatus 650
— *falcatus* var. *duplex* 653.
— *falcatus* var. *mirabilis* 653.
Anoectochilus 291.
Antennularia 311.
— *aggregata* 311.
Anthericum liliago 643.
— *ramosum* 643.
Anthriscus 174.
— *silvester* 173
Anthyllis vulneraria 637.
Antirrhinum 55, 109, 110, 193, 197.
— *majus* 107, 197.
Apfel 202.
Aphanizomenon 651, 652.
— *Flos-aquae* 651.
— *Flos-aquae* var. *gracilis* 650
Aphanochaete 255, 352.
— *Pascheri* 371.
Apiospora 313.
Arabis alpina 410, 411.
— *petraea* 410, 411.
Arcella 575.
Archangelica officinalis 565.
Archangium Thaxteri (5).
Arenaria graminifolia 564.
Armatella 472, 473.
Armoracia rusticana 20.
Arnica montana 567.
Artemisia campestris 643.
Arthoniopsis 312.
Arthopyrenia saxicola 155, 156.
Arum 338, 340, 347, 348.
— *maculatum* 340, 342.
Aruncus 486.
— *silvester* 486.
Arundo 476.
— *Donax* 474, 481, 549.
Asarum 125, 338, 340, 547.
— *europaeum* 340.
Ascochyta (54).
Ascomyceten 305, 473.
Ascomycetella punctoidea 308.
Ascophyllum 12.
— *nodosum* 13, 17.
Askomyzeten (47).
Aspergillaceae 646, 647.
Aspergillus 226, 512, 522.
— *candidus* 646.
— *fumigatus* 647.
— *Oryzae* 646, 647.
— *Wentii* 646.
Asperococcus bullosus 11, 12, 13, 14, 17.
— *scaber* 252.
Asperula 338, 340, 341, 342, 345, 346, 349.
— *Aparine* 565.
— *cynanchica* 637, 643.
— *odorata* 340, 341, 346, 568.
Aspidium angulare var. *parvisima* 557.
— *filix mas* var. *pumila* 557.
Astern 624.
Aster linosyris 643.
— *tripolium* 642.
Asterina Aesculi 314.
— *Hederae* 317.
— *incomptum* 317.
— *vagans* 316.
Asterineae 306.
Asterionella 652, 656, 657.
— *gracillima* 650, 651, 656.
— *forma tabellarioides* 657.
Asteroma elegans 316.
— *Fraxini* 314.
— *graphoides* 316.
— *padi* (58).
— *reticulatum* 314.
Atropa belladonna 547.
Attheya Zachariasi 650.
Avena 493.
— *diffusa* 229, 230, 231, 232.
— *fatua* 229, 230, 231, 232.
— *fatua forma solida* 231.
— *orientalis* 229, 231, 232.
— *sativa* 229, 230, 231.

Bacidia Arnoldiana 529, 532, 533, 534, 535, 537, 538.
— *inundata* 537.
muscorum 152.
Bacillariaceen 650, 651, 652, 656, 657, 658.
Bacillariales 375, 405.
Bacterium 27, 361.

Bacterium coli 576.
— *proteus* 27.
— *solanacearum* 27.
— *tumefaciens* 20, 21, 22, 23, 27, 28, 29.
— *xylinum* 106.
Badhamia decipiens 661, 662.
— *nitens* 662.
— *nitens* var. *reticulata* 662.
— *ovispora* 662.
— *utricularis* (6).
— *versicolor* 661, 662.
Bakterien 576.
Bambusa 476.
— *stricta* 476.
Bartonia aurea 196.
Basedowia 332, 334, 335.
— *helichrysoides* 332.
Basidiomyceten 374, 375.
Beggiatoa 221.
— *alba* 220.
— *alba* var. *marina* 220.
— *mirabilis* 220, 221, 223.
Begonia 542, 626, 632.
— *Rex* 242, 547.
Begoniaceae 242.
Belonidium 469.
— *aurantiacum* 466, 467, 468.
— *scirpicolum* 468.
Beloniella 469.
Berberis 51.
Bergahorn 315.
Bernardia 505, 507.
— *leprosa* 505.
— *microphylla* 506.
Beta 548.
Betula 489.
— *alba* 346.
— *humilis* 567.
— *verrucosa* 643.
— *verrucosa* f. *dalecarlica* 487.
— *verrucosa* f. *lobulata* 487.
Betulaceen 486, 487, 489.
Biatorina micrococca 529.
Bidadiidae 378.
Bilimbiospora 136.
— *Doliolum* 136.
Birne 202.
Biscutella laevigata 411.
Bistadiidae 379.
Bitterklee 626.
Boehmeria biloba 478.
— *Hamiltoniana* 478.
— *polystachya* 478.
Bohne 140, 142, 144, 145, 148, 462, 600, 601, 624, 625, 632.
Bolosphaera degenerans 311.
— *subferruginea* 311.
Borragineen 479.
Bosmina 574, 575.
Botrychium virginianum 565.
Botrydiopsis 399, 400, 405.
— *arhiza* 400.
— *minor* 400, 405.
Botryosphaeria 137, 313.
Botrysphaeria 312.
— *anceps* 312.
— *Dothidea* 312.
— *Mollugìnis* 312.
Brassica 389.
— *oleracea acephala* 385.
— *Rapa* 20.
βρίζα 45.
Broomella 311.
— *chlorina* 311.
— *Ichnaspidis* 311.
— *Lagerheimii* 311.
— *leptogicola* 311.
— *Munkii* 311.
— *Phyllocharis* 311.
— *Rickiana* 311.
— *Vitalbae* 311.
Broussonetia 479.
— *papyrifera* 478.
Bryonia 481.
Bryophyllum 65, 242, 243.
— *calycinum* 64, 65, 71, 242.
— *crenatum* 241.
— *prolificum* 243.
βρύζα 45.
Buche 140, 141, 145, 460, 559, 600.
Bulgaria pura 310.
Bulgariopsis 310.
Bumilleria 401.
Bupleurum falcatum 687.
— *tenuissimum* 645.
Burcardia globosa 311.
Buschbohnen 626.
Butomus 222.
Buxus 266.

Calathea 264, 265, 323, 328, 330.
— *Chantrieri* 267, 268, 270, 324.
— *Lietzei* 266, 267, 326, 327, 331.
— *Lindeni* 265, 325, 331.
— *Makoyana* 265, 270, 323, 325, 327, 328.
— *Massangeana* 269, 325, 326, 331.
— *mediospicata* 325.
— *Oppenheimiana* 267, 269, 270, 323, 325.
— *princeps* 323.
— *Veitchiana* 265, 326, 331.
— *Wiotiana* 267, 269, 270, 324, 325, 327, 328, 329.
— *zebrina* 323.
Calendula officinalis grandiflora 30.
Callisia 280.
— *repens* 279, 280, 281.
Calluna 642.
— *vulgaris* 642.
Calonectria 311.
— *annulata* 311.
Caloplaca pyracea 531, 537.
Caloplacaceae 528.
Calycellina 310, 466, 467.
— *Phalaridis* 467.
— *populina* 467.
— *punctiformis* 467.
Campanula latifolia 569.
— *rotundifolia* 643.
Campelia 277, 280.
— *Zanonia* 277, 279, 280, 282.
Cannabis sativa 204, 205.
Capillitium 663.
Capnodiaceae 311, 313.
Capnodiopsis 308.
— *atroviridula* 308.
— *mirabilis* 307, 308.
— *punctoidea* 308.
Cardamine 349.
Carex capillaris 565.
— *globularis* 564.
— *heleonastes* 565, 566.
— *loliacea* 564.
— *magellanica* 565.
— *pilosa* 565.
— *tenella* 564.
— *vaginata* 565.
Carlia 137, 313, 314, 315, 316.
— *Fraxini* 314.
Carlia fruticosa 314.
— *plantaginicola* 314.
— *recutita* 314.
Carpinus 339.
— *Betulus* 140.
— *Betulus* f. *incisa* 487.
Cassinia 332, 334, 335, 336.
Catacauma Dothidea 312.
Catacaumella 309.
— *stromatica* 312.
Catacaumineae 312.
Catillaria micrococca 529, 530, 531, 532, 535, 537, 538.
Celosia cristata 547.
Celtis australis 478.
Cenângina 467.
— *Inocarpa* 467.
— *Schenckii* 467.
Cenangium 309.
— *Abietis* 309.
— *acicolum* 309, 310.
— *ferruginosum* 309.
— *ligni* 310.
Cenolophium Fischeri 565.
Centaurea rhenana 640.
centenum 46.
Centrospermae 548.
Cephalanthera longifolia 566.
— *rubra* 567.
Cephalotrichum 317.
— *rigescens* 317.
Cerastium silvaticum 564.
Ceratiomyxa caesia 660.
— *porioides* 660.
Ceratium 653, 659.
— *hirundinella* 650, 652, 653, 658, 659.
Cercosphaerella (51), (54).
— *millegrana* (57).
Cercospora (54).
— *Fraxini* 314.
— *microsora* (51), (52), (57).
Ceriospora xantha 311.
Ceuthospora Visci 313.
Chaetobasidiella 317.
— *vermicularoidea* 317.
Chaetophora Cornu damae 273.
— — var. *incrustans* 273.
— *endiviaefolia* 273.
— *incrassata* 273.
Chaetophoraceen 273.

Chamaecyparis 174, 175, 177.
— *pisifera* 175.
Chamaedaphne calyculata 565.
Chamaerops 208.
Chantransia 273, 275, 276.
— *chalybaea* 276.
Chara 365.
— *ceratophylla* ♀ 169.
— *crinita* 169.
— *foetida* ♂ 169.
Characeen 168, 169.
Characiopsis 399.
Characium 256, 391, 392, 395, 399, 407.
Cheilaria 316.
Chenopodiaceae 547.
Chlamydomonadaceen 363.
Chlamydomonadine 352.
Chlamydomonas 165, 168, 169, 171, 352, 353, 354, 358, 372, 374, 380, 391, 401, 575.
Chlamydomyxa 365.
Chlorangium 257.
Chlorella 256, 392, 393, 397, 402, 408, 575.
Chlorococcum 255, 256, 391, 392, 395, 401, 402, 405, 407, 408.
Chlorodendron 257.
Chlorophyceae 259, 273, 352, 391, 396, 399, 400, 401, 403, 404, 650, 651, 652, 653.
Chlorotylium incrustans 273.
Chondrococcus 665.
Chondromyces (5).
Chorda 246, 248.
— *filum* 12, 13, 17, 248.
Chordaria flagelliformis 17.
Chromatium 220.
— *okeni* 576.
Chromulina 401, 402, 403.
Chroococcus limneticus 650, 651.
— *minimus* 650.
Chroolepus 150, 153—156.
Chrysacherion insidians 366.
Chrysarachnion 365.
Chrysanthemum 338.
— *segetum* 197.
Chrysidiastrum 365.
Chrysobalaneen 278.
Chrysomonaden 354, 365, 401, 403.
Chrysomonadinen 656.
Chrysophyceae 401—404.
Chrysophyta 406.
Chrysosphaera 401, 402.
— *nitens* 402, 405.
Chrysosphaerales 402, 403, 408.
— *autosporinae* 403.
— *zoosporinae* 403
Chrysothrix 403.
Chrysotrichales 403, 404.
Chytridineen 361, 378.
Cichorium intybus 640.
Ciliaria bicuspis 310.
Circaea intermedia 568.
Cirsium rivulare 565.
Citromyces 106, 646.
Cladoceren 574.
Cladonia foliacea 643.
— *silvatica* 643.
Cladophora 116, 117, 190, 191.
Cladothrix 651, 652.
— *dichotoma* 650.
Clarkia pulchella 196, 557.
Clathrocystis 651, 652.
— *aeruginosa* 650, 651.
Clathrospora 312.
— *Elynae* 312
Clithris 309.
Clivia nobilis 53.
Closterium 485.
— *acerosum* 483.
— *aciculare* 652, 653.
— *Leibleinii* 483.
— *moniliferum* 483, 485
— *strigosum* 483, 484.
Cnemidostachys tragioides 507.
Coccodiella Munkii 311.
Cocconieae 312.
Cochlearia rusticana 60.
Cochliostema Jacobianum 277, 280.
Coelastreen 652.
Coelosphaerium dubium 650, 651.
— *Kützingianum* 650, 652.
— *reticulatum* 650.
Cohniella staurogeniaeformis 650.
Colacium 257, 258.
— *calvum* 650.
Coleroa 311.
Coleus 58, 60, 61.
— *hybridus hort.* 54, 60.
— *scutellarioides* 60.

Colpoma 309.
Columella 664.
Commelineen 279, 280, 281.
Compositae 547.
Coniella 316.
— *pulchella* 316.
Conioselinum tataricum 565.
Conithecium phyllophilum 316.
Conjugatae 405, 406, 650, 651.
Convallaria 338, 340, 344.
— *majalis* 340, 349.
Convolvulus cupanicus 196.
Cordia 502.
Cornus 51, 147.
— *mas* 315.
Coronellaria 310.
Coronopus (sect.) 640.
Corydalis 343.
— *cava* 338, 340.
— *solida* 338, 340, 344, 349.
Corylus 485, 486, 489.
— *Avellana* 486, 489.
— *Avellana* f. *laciniata* 485, 486.
Coryne foliacea 310.
Cosmarium 483.
— *Botrytis* 483, 485.
— *laeve* 483.
— *Meneghinii* 483.
— *Subcucumis* 483.
— *turgidum* 483.
Cotoneaster (61).
Cotula 335.
Cotyledon 241.
Crassula 241, 243.
— *cordata* 243.
— *multicava* 241, 242, 243, 245, 246.
— *portulacea* 243.
Crassulaceae 243, 245, 547.
Crataegus 488.
Croton leprosus 505.
Crotone 312.
Cruciferen 479, 547.
Cryptodiscus phacidioides 316.
Cryptomonas 575, 576.
— *erosa* 575, 653.
— *ovata* 575.
Cryptomyceteae 311.
Cryptophyceen 403.
Cryptospora Fiedleri 312.
Cryptosporium caricinum 315.
Cryptosporium nigrum (59).
Cubincola 501, 502, 507.
— *trimera* 503.
Cucurbitaceen 479.
Cudoniella 310.
— *coniocyboides* 310.
Cuscuta 62, 63, 65, 66, 68, 69, 71, 72.
— *Epithymum* 62.
— *europaea* 62.
— *Gronovii* 62—64.
— *japonica* 62, 63.
Cyanophyceen 157, 275, 276, (4), (5).
Cyanotis Somaliensis 280.
Cyclotella 656.
— *comta* 650, 652, 656, 658.
— *Schroeteri* 658.
Cydonia (61).
— *japonica* 300.
Cylindrocystis 484, 523.
— *Brébissonii* 483, 484.
— *crassa* 483.
Cylindrosporium 315.
— *Komarowi* 314.
Cymatopleura Solea 652.
Cyrtanthera 176, 177.
— *magnifica* 175.
Cyrtidula larigna 312.
— *pithyophila* 312.
Cystodinium 395, 396, 397, 399, 402, 405.
Cytisus 62, 63.
— *Laburnum* 62.
— *ratisbonensis* 567.
— *sagittalis* 522.

Dahlia 152.
Dangeardiella macrospora 313.
Dasyscypha 310.
— *digitalincola* 310.
Datura 69, 70, 71.
— *Stramonium* 64, 69, 71, 547.
Daucus Carota 20, 640.
Dentaria 338.
— *bulbifera* 340, 344, 349, 568.
— *glandulosa* var. *sibirica* 349.
— *tangutorum* 349.
Desmarestia aculeata 17.
— *viridis* 17, 18.
Desmidiaceen 168, 169, 482, 483, 652.

Desmidiaceae plakodermae 406.
— *saccoderma* 406.
Desmokonten 403.
Desmotrichum undulatum 12.
Deutzia 479.
— *crenata* 63.
Diaporthe Asparagi 314.
— *Lebiseyi* 316.
Diatoma 656.
— *tenue* 650, 651, 656, 657.
Diatomeen 406.
Diatrype tristicha 311.
Dicoccum dryophyllum 316.
Dictyonella 308.
Dictyosiphon foeniculaceus 252.
— *hippuroides* 17.
Dictyosphaerium Ehrenbergianum 653.
— *pulchellum* 650, 652.
Dictyosteliaceae 378.
Dictyota 11, 14, 19.
Dictyotaceae 382.
Didymella fruticosa 314.
— *Sisymbrii* 311.
— *superflua* var. *Sisymbrii* 311.
Didymium 664.
— *difforme* 663, 664.
— *dubium* 663.
— *quitense* 664.
— *Trochus* 664.
— *tubulatum* 663, 668.
Digitalis 147, (29), (30), (32).
— *purpurea* (29).
Dimerosporium Litseae 472, 473.
Dimorphococcus 652.
Dimorphotheca aurantiaca 30.
Dinamoebidium 362, 364, 365.
Dinobryon 652, 658.
— *divergens* 650.
— *sociale* 650.
— *stipitatum* 650.
Dinococcales 396, 398, 399, 403.
Dinoflagellatae 395, 396.
Dinophyceen 361, 396, 399, 303, 404.
Dinothrix 395, 399.
Dinotrichales 404.
Diplococcus 28.
Diplopsalis acuta 650, 655.
— *acuta typica* 655.
— *acuta typica* var. *travecta* 655.
Dipsacus (36).
Discochora 315.
— *Ilicis* 315.
Discomycella 466, 467.
— *tjibodensis* 465, 467.
Discomyceten 306, 308, 465, 467—469.
Discosphaerina 315.
Discula platani (58), (59).
Doronicum 388.
Dothidea Angelicae 314.
— *Heraclei* 314.
— *melanophaea* 315.
— *Prostii* 314.
— *Visci* 313.
Dothideaceae 135, 136, 305, 309, 312, 313, 314.
Dothideales 313.
Dothidella 312.
— *Periclymeni* 312.
Dothidotthia 312.
— *Symphoricarpi* 312.
Dothiora elliptica 311.
Dothioreae 311.
Dothisphaeropsis Hellebori 315.
Dothithyrella 465.
Draparnaudia 255, 352, 371, 374.
Dracocephalum Ruyschiana 567.
Drepanopeziza 310.
— *foliicola* 310.
Drosera rotundifolia 288.
Dryas 294, 300.
— *Drummondii* 299.
— *integrifolia* 299.
— *octopetala* 292, 295, 297, 299, 300.
— *octopetala* var. *chamaedryfolia* 299.
— *octopetala* var. *integrifolia* 299.
— *octopetala* f. *intermedia* 299.
— *octopetala forma unguiculata* 297.
— *tomentosa* 299.
Dryopteris 338.
Durandia 310.
Durella 311.

Echeveria 241, 545.
Echium vulgare 637.
Ectocarpus 19.
— *siliculosus* 12, 13, 17.
— *tomentosus* 17, 252.
Edeltanne 140.
Efeu 599, 600, 601.

Eibe 140, 460.
Eiche (61).
Elachista fucicola 12.
Elatine (28).
Elodea 86, 88, 94, 99, 190, 321.
Elsbeere 569.
Elsholzia cristata 64, 71.
Encoelia 310.
— *acicola* 310.
Endodothella 314.
Englerulaster 465, 472.
Enteromorpha 219.
— *intestinalis* 219.
Enteromyxa 375, 376.
Entomopeziza (57).
— *Soraueri* (50), (51), (58), (61).
Entomosporium (57).
— *maculatum* (58), (59).
Ephelina 309, 311.
— *Galii* 309.
— *lugubris* 309.
— *Rhinanthi* 309.
— *stromatica* 309.
Ephelis Rhinanthi 311.
Ephelina Viburni 309.
Epilobium hirsutum 157.
Equisetum 547.
Eranthemum 478.
Erbsen 204.
Eremosphaera 393, 399.
Eremotheca 312.
— *philippinensis* 312.
Eremothecella calamicola 312.
Erysibaceen 226.
Erythraea linariaefolia 410, 639.
— *litoralis* 410, 412, 418.
Eucenangium 309.
Eudorina 652.
— *elegans* 650.
Euglena 321, 575.
— *deses* 283.
— *oxiuris* 652.
Eugnaphalieae 334.
Eu-Montagnelleae 312.
Euphorbia 547.
— *cyparissias* 640.
Euphorbiaceae 501.
Evernia 190.
Evonymus 51.
— *japonicus* 5.
Exarmidium 313.
Excipula commoda 309, 311.
— *immersa* 317.
— *stromatica* 312.
— *Viburni* 311.
Exotrichum leucomelas 317.

Faba 522.
— *vulgaris* 573.
Fabraea (57).
Fagaceen 487, 489.
Fagales 488, 489.
Fagus 339, 487, 489, 517, 518, 520, 606, 617.
— *silvatica* 140, 521, 559, (15).
— *silvatica* f. *asplenifolia* 488.
— *silvatica* f. *heterophylla* 488.
Fahnenhafer 229, 231.
Fegatella 547.
Festuca ovina 640, 643.
— *silvatica* 569.
Ficaria 343, 347, 348.
— *ranunculoides* 343.
Fichte 460, 559.
Ficus 478.
— *elastica* 478.
— *repens* 478.
Flagellaten 359, 361, 366, 375, 390, 391, 395, 401.
Florideen 382, 383.
Flughafer 229, 232.
Foraminiferen 359, 375, 378, 379.
Forsythia 51.
Fragaria 300.
— *collina* 300.
— *elatior* 300.
— *vesca* 300.
Fragilaria 656.
— *capucina* 650.
— *crotonensis* 650, 656, 657.
— *virescens* 650, 652.
Fraxinus 51, 339, 488.
Fritillaria 260.
Fucaceae 246, 375.
Fuchsia 189, 190.
Fucus 12, 13, 17.
— *serratus* 17.
— *vesiculosus* 17, 557.
Fungi imperfecti 305.

Fusarium 316.
— *maculans* 316.
— *orobanchus* 225.
— *spec.* 225.
Fusicladium betulae (58).
— *pirinum* (58).
Fusicoccum (59).
Fusidium candidum (58).
Fusisporium 316.

Gagea 262.
Galium aparine 338.
— *Schultesii* 569.
— *silvaticum* 569.
Gentiana carpathica var. *sudavica* 565.
— *ciliata* 637.
— *Sturmiana* 420.
Geranium pratense 547.
Gerste 624.
Gesneriaceae 242.
Geum 300.
— *intermedium* 300.
— *montanum* 300.
— *reptans* 300.
— *rivale* 300.
— *strictum* 564.
— *urbanum* 300.
Gibberidea Visci 313.
Gigas-Rasse *(Phragmites)* 551, 556.
Gigas-Rassen *(Solanum)* 549.
Glaux maritima 410.
Glechoma hederacea 342.
Globosporae 170.
Gloeocystis 575.
— *planetonica* 650.
Gloeodinium 395.
Gloeosporidium hysterellum 316.
Gloeosporina geographica 316.
Gloeosporium (55), (56), (57), (59).
— *acericolum* 316.
— *acerinum* 316.
— *darlingtoniae* (57).
— *lagenarium* (57).
— *Lindemuthianum* (57).
— *nervisequum* (58).
— *quercinum* (56), (58).
— *ribis* (58), (59), (60).
— *salicis* (58).
— *taxicolum* 316.
— *tiliae* (58).
Gloeotaenium 254.
— *Loitlesbergerianum* 254.
Glomerella (56).
Gloniopsis larigna 312.
Glyceria lithuanica 564.
Gnaphalieae 384.
Gnomonia (47), (48), (55), (56).
— *alniella* (50), (53).
— *campylostyla* (48).
— *leptostyla* (51), (58).
— *melanostyla* (53).
— *padicola* (58).
— *platani* (51), (58), (59).
— *quercina* (55), (56), (58), (59).
— *rosae* (53), (54).
— *Stahlii* (49), (50).
— *tiliae* (58).
— *tubiformis* (58).
— *Vleugelii* (49).
Gnomoniella tubiformis (50), (53).
Godronia 310.
Goldfussia 478.
— *glomerata* 478.
— *isophylla* 478.
Gomphosphaeria lacustris 650, 651, 652.
Gonatozygon Brebissonii var. *intermedium* 650.
Gongrosira incrustans 273.
Gonyaulax 654.
— *Levanderi* 654.
— *(linuretica) limnetica?* 654.
Gramineen 202, 547.
Graphiopsis Desmazierii 317.
Graphium Desmazierii 317.
— *tenuissimum* 317.
Graphyllium 312.
— *dacotense* 312.
Gratiola (29).
Grimmeodendron 502.
Griphosphaeria 312.
Griphosphaerioma 312.
— *Symphoricarpi* 312.
Grünalgen 171, 255.
Guignardia 315.
Guttulinaceae 378.
Gyalecta cupularis 151, 153, 155, 156.
Gymnadenia cucullata 565.
— *odoratissima* 565.
Gymnodinium 362, 365, 396, 397, 398, 399.

Gypsophila fastigiata 410, 411, 637.
— *repens* 410, 411.

Hadubrandia decipiens 272.
Haemaria 291.
Hafer 624.
Hainbuche 140, 141, 460.
Halidrys siliquosa 17, 18.
Halophyten 410.
Halosphaera 400, 408.
Haplodothis 313.
Haplographium 317.
— *delicatum* 317.
Haplotheciella 314, 315.
— *Hellebori* 315.
Hasel 460.
Haselnuß (61).
Haynaldia villosa 40.
Hebeloma 458.
Hedera 578, 611, 617.
— *helix* 133, 577.
Helianthemum procumbens 411.
— *vulgare* 637.
Helianthus 99.
— *annuus* 31, 202.
— *globosus* 499.
— *multiflorus* 31.
Helichryseae 334, 335.
Helichrysum 332, 334, 335.
— *Thomsoni* 334, 335, 336.
Heliotrop 626.
Heliozoen 359, 375, 376, 378.
Helodea (4).
Helotium 310, 467.
— *proximellum* 310.
— *turbinatum* 309.
Hemitrichia Karstenii 667.
Hendersonia 138, 315.
— *californica* 315.
— *Corni* 316.
— *decipiens* 316.
— *Fiedleri* 316.
— *fructigena* var. *Crataegi* 315.
Hendersonula Crataegi 315.
Heracleum pubescens 68.
Hero-Rasse (*Phragmites*) 551, 556.
Hesperis matronalis 55.
Heterococcales 399, 408.
Heterochloridales 368.
Heterokonten 399, 400, 403, 404, 405, 408.
Heterosphaeriaceen 135.
Heterotrichales 404.
Hibiscus 62.
Hieracium pilosella 642, 643.
Hildenbrandia 271, 273, 275.
— *rivularis* 271, 272.
Holzflechten 528.
Homostegia Asparagi 314.
Hookeria 321.
Hordeum 37, 109.
— *silvaticum* 568.
— *vulgare* 36.
Humulus 125.
— *Lupulus* 478.
Hyacinthus 321, 322.
— *orientalis* 348.
Hydrilla verticillata 565.
Hydrodictyon 256, 394, 395, 404.
Hymenobolus Agaves 310.
Hymenula callorioides 316.
Hypericum hirsutum 565.
Hypnodinium 395, 397, 398, 399, 404.
Hypochnus chalybaeus 661.
Hypocreaceae 311.
Hypoderma Aceris 314.
Hypospila pustula (49), (53).
Hysteriaceae 312.

Ilex 7, 8, 9, 146, 147, 266, 464.
— *aquifolium* 6.
Impatiens 62, 321, 547.
— *parviflora* 64, 65, 71.
— *Sultani* 133.
Ingens-Rasse (*Phragmites*) 556.
Inocybe 456—458.
— *frumentacea* 456, 457.
— *infida* 458.
— *repanda* 458.
— *sambucina* 456, 457.
Irene 473.
— *calostroma* 311.
Isopyrum thalictroides 566.
Ixidium Wrightii 503.

Juglans 488.
Juncus Gerardi 410.
— *stygius* 565.

Kalmia latifolia 7.
Kartoffeln 624, 632.
Keissleria 311.
Kirchneriella lunaris 650.
— *obesa* 653.
Klugia 478, 479.
Kriegeriella 465.
Kresse 140, 142, 150, 626.

Labiatae 547.
Lachnea 311.
— *bicuspis* 310.
Lachnella setiformis 310.
Laminaria 12, 13, 18, 246, 247, 248, 249, 251, 252.
— *Cloustoni* 17.
— *digitata* 17, 246, 247, 248, 252.
— *flexicaulis* 246.
— *saccharina* 17, 246, 247, 248, 250, 251, 252.
Laminariaceae 246.
Lapponia lulensis 298.
Lappula myosotis 643.
Larix europaea (15).
Laserpitium latifolium 567.
Lathyrus 573.
— *Aphaca* 572, 573.
— *Aphaca* var. *unifoliolatus* 573.
— *luteus* subsp. *laevigatus* 565.
— *montanus* 572—574.
— *odoratus* 557.
Lecidea 152.
Leguminosen 202, 204, 547.
Lemna minor 547.
Lentinus tigrinus 459.
Lepidium sativum 30.
Leptandra (sect.) (30), (32).
Leptoderma iridescens 665.
Leptodothiora elliptica 311.
Leptophoma 138—140.
— *Urticae* 139.
Leptosphaeria 135, 136, 137—140, 313.
— *acuta* 136, 138, 139.
— *caespitosa* 136, 137.
— *Doliolum* 135, 136, 139.
— *maculans* 136, 138.
— *ogilviensis* 136.
— *rubellula* 136.
— *salebrosa* 136, 138.
— *Thalictri* 312.
Leptostroma caricinellum 315.
— *caricinum* 315.
— *filicinum* 313.
Leptostromella septorioides 315.
Leptothyrium (55).
— *alneum* (58).
— *juglandis* (58), (59).
Leucocroton 504—506.
— *angustifolius* Britton 505.
— *angustifolius* Pax et K. Hoffm. 504. 507.
— *flavescens angustifolius* 504, 505.
— *flavicans* 504—506.
— *flavicans* var. *angustifolius* 504, 505, 507.
— *flavicans* var. *latifolius* 504.
— *leprosus* 505.
— *microphyllus* 506.
— *revolutus* 504, 505, 507.
— *stenophyllus* 505.
— *Wrightii* 504, 505.
Leucoium 338, 340, 342, 343, 347—351.
— *vernum* 340, 342, 347.
Leucoloma turbinata 309.
Leuconostoc 106.
Licea singularis 665, 669.
— *tenera* 665, 668.
Liceopsis lobata 666, 669.
Ligustrum 51.
Liliaceae 547.
Liliifloren 347.
Lilium croceum 261.
Linaria 197, (28), (30), (32).
— *Cymbalaria* (28).
— *spartea* (29).
— *spuria* (28), (29).
— *vulgaris* 196, 197.
Linde 140, 141, 143—145, 147, 460, 661, (61).
Linospora capraeae (49), (50).
— *ochracea* 316.
Lithosiphon pusillus 12.
Lobelien 624, 632.
Lonchitis hirsuta 547.
Lophiostoma helicicola 311.
Lophodermellina graminea 315.
— *Robergei* 315.
Loranthaceae 501.
Loranthus europaeus 62.
Lotus corniculatus 640.

Lotus corniculatus f. *ciliatus* 637.
Luzula 612.
— *maxima* 612.
— *nemorosa* 566.
Lycopodium 547.
Lyngbya 275.
— *Martensiana* var. *calcarea* 275.
— *nana* 275.
Lyngbyaceen 275.
Lysimachia nemorum 566, 569.
Lythrum Salicaria 157, 158, 161, 162.

Macrosporium sarcinula (58).
Madia 335.
Maiskolben 55.
Malva 62.
Mallomonas acaroides 650, 652.
— *producta* 650, 652.
Marantaceen 263, 264, 265, 330.
Marssonina (55), (58), (59).
— *juglandis* (58).
— *populi albae* (56), (58).
Marthea 253—258, 352, 394, 395, 404.
— *tetras* 253, 258, 259.
Massaria 318.
— *Corni* 312.
Medicago 62.
— *lupulina* 637, 640.
— *sativa* 20.
Melanconium Cavarae 316.
Melandrium 59.
Melanodiscus nervisequa 309.
Melica uniflora 568.
Melilotus dentatus 410.
— *officinalis* 637.
Meliola 468, 471—473.
— *amphitricha* 471.
— *corallina* 471, 472.
— *rubicola* 311.
Meliolaster clavisporus 473.
Meliolina 473
Melittangium (5).
Melittis Melissophyllum 567.
Melosira 219, 652.
— *crenulata* 651, 652.
— *crenulata* var. *ambigua* 650.
— *granulata* 650—652.
— *granulata* var. *angustissima* 650.
— *nummuloides* 219.
— *varians* 650, 652.
Mercurialis 338, 341, 345.
— *ovata* 346.
— *perennis* 340, 341, 346.
Meringosphaera 401.
Mesembryanthemum 329, 548.
— *blandum* 547.
— *Burchellii* 547.
— *cinctum* 547.
— *cordifolium* 547.
— *cristallinum* 544, 547.
— *Lehmanni* 547.
— *linguaeforme* 547.
— *lupinum* 547.
— *multiceps* 547.
— *tenuifolium* 547.
— *tricolor* 547.
— *umbelliflorum* 547.
— *uncatum* 545, 547.
Mesogloia vermiculata 12.
Mesotaeniaceen 169, 482.
Mesotaenium 485.
— *caldariorum* 483.
— *Endlicherianum* 483.
Mespilus (61).
Metasphaeria 135, 313.
— *Maydis* 313.
— *Sacchari* 313.
Microcystis 651.
— *Flos-aquae* 650, 651.
Micropeziza 470.
— *Punctum* 469, 470.
— *scirpicola* 465—468.
Microspira aestuarii 222.
Microspora 236, 321, 322.
Microsporales 273.
Microthyriaceae 305—307, 465, 467, 468, 470—473.
Microthyriella 312.
— *macrospora* 312.
Microthyrium 468.
Mimulus (28).
Molleriella 308.
— *mirabilis* 307.
— *Sirih* 307.
Mollisia 310, 467.
— *encoelioides* 310.
— *ligni* 310.
— *lignicola* 310.
— *microstigme* 310.
— *Myricariae* 310.

Mollisia ramealis 310.
— *scirpicola* 468.
— *trabincola* 310.
— *viburnicola* 311.
Monas fallax 220.
Monascus purpureus 646.
Monocilia 401.
Monoclea 547.
Monodus 401.
Monotropa 547.
Monstera 547.
Montagnella 136.
Montagnellaceen 136.
Montanoa 335.
Moose 382.
Mougeotia gracillima 650.
Mucorineen 647.
Muscari 556.
— *monstrosum* 556.
Musci 547.
Mycetosporidium 378.
Mycetozoen 361, 378.
Mycomyceten 375.
Mycosphaerella (54), (55), (61).
— *Asteroma* 314.
— *Fraxini* 314.
— *gavensis* 314.
— *hieracii* (60).
— *millegrana* (51), (52).
— *punctiformis* (47), (51), (52), (53), (61).
— *Puttemansii* 314.
Myosurus minimus 261.
Myriangiaceae 305—307.
Myriotrichia repens 12.
Myrothecium leucomelas 317.
Myxagyrieae 306.
Myxochrysis 365, 367, 368, 369, 371, 374.
— *paradoxa* 57.
Myxococcaceen (5).
Myxococcus (5).
Myxogasteres 360—365, 369, 372—379.
Myxogasterinae 378.
Myxomyceten 356, 358, 359, 360, 361, 363, 376, 377, 378, 668.
Myxomyriangieae 307.
Myxomyriangium 307.

Narcissus poeticus 281, 282.
Naviculeen 575.
Nectria 311.
Nectria cinnabarina 225.
— *galligena* (58).
Nematochrysis 401, 403.
Nemesia versicolor 196.
Netrium 485.
— *digitus* 483, 485.
Nicotiana rustica 547.
— *Tabacum* 485.
Nierembergia gracilis 196.
Niesslella 467, 468, 470.
— *aurantiaca* 468.
— *Punctum* 470.
— *scirpicola* 468.
Nigella 261.
— *arvensis* 260, 261.
— *damascena* 557.
Niptera 469, 470.
Nitzschia closterium 219.
Nodulosphaeria 136, 138—140.
— *hirta* 136.
Nycterinia capensis 196.

Ochromonas 403.
Oedogoniaceen 170, 171, 404.
Oedogoniales 273.
Oedogonium 58, 168, 170, 171, 251, 321.
— *acrosporum* 172.
— *Boseii* 172.
— *Braunii* 172.
— *capillare* 172.
— *cardiacum* 172.
— *Cleveanum* 172.
— *concatenatum* 172.
— *crassum* 172.
— *cyathigerum* 172.
— *grande* 172.
— *Hystrix* 172
— *Landsboroughi* 172.
— *longatum* 172.
— *macrandrum* 172.
— *pluviale* 172.
— *punctulato-striatum* 172.
— *rivulare* 172.
— *Willeanum* 172.
Oenothera 52, 103, 147, 384, 385, 389, 390, 446, 447, 556.
— *albicans* 451.
— *biennis* 451, 452, 453.
— *biennis* ♀ 455.
— *biennis*-Chicago ♂ 449.

Oenothera biennis × *fallax* 455.
— *bienni-laeta* 451.
— *biennis* × *Lamarckiana* 451, 455.
— (*biennis* × *Lamarck.*) *fallax* 454.
— (*biennis* × *Lamarckiana*) *laeta* × *fallax* c 455.
— (*biennis* × *Lamarckiana*) *velutina* × *fallax* 455.
— *blandina* (mut.) 448.
— „*blandina*“ 449, 450, 451, 455.
— *blandina* × *Lamarckiana* 450, 451.
— *blandina* = *levans* · *levans* 449, 452.
— (*blandina* × *Lamarckiana*) *laeta* F_2 grün 452.
— (*blandina* × *Lamarckiana*) „*laeta*“ × *Cockerelli* 452.
— *blandina* × *O.* (*Lamarckiana* × *blandina*) *laeta* F_2 *intermedia* 452
— *blandina* × *muricata* 448.
— *blandina* × *nanella* 450, 451.
— *blandina* × *Oenoth.* (*Hookeri* × *Lam.*) *laeta* 451.
— (*blanda* × *Lamarckiana*) *semiblandina* 452, 453.
— *br-levans* · *Br-gaudens* 450.
— *Br-levans* · *Br-gaudens* 450.
— *br-levans* · *br-gaudens* 450
— *brevis* 450
— *Br-levans* · *br-levans* 450
— *Br-levans* · *Br-levans* 450.
— *br-levans* · *br-levans* 450.
— *Cockerelli* ♂ 449.
— *Cockerelli* × (*blandina* × *Lam.*) „*laeta*“ 453.
— mut. *curvans* 448.
— *densa-laxa*-Spaltung 446.
— *fallax* 454, 455.
— *fallax* c (*biennis* × *Lamarckiana*) *laeta* 455.
— *fallax* c × (*biennis* × *Lamarckiana*) *velutina* 455.
— *fallax* e × *muricata* 455.
— *fallax* f × (*muricata* × *Lamarckiana*) *velutina* 455.
— *fallax* e × *suaveolens* 455.
— *Franciscana* 449.
— *franciscana* × *O. biennis* 449
— (*Franciscana* × *biennis*) *neo-Lamarckiana* 449.
— *gaudens* 450, 451, 452, 453, 454, 455.
Oenothera gaudens · *curvans* 454.
— *gaudens* · *gaudens* 452.
— *gaudens* · *levans* = *semi-Lamarckiana* 449.
— *gaudens* · *rubens* 452, 454.
— *gaudens* · *velans* 450, 452.
— *gaudens* · *velans* = *Lamarckiana* 449.
— *gigas nanella* 194.
— *gracili-laeta* 454.
— *gracili-velutina* 454, 455.
— *gracili-velutina* 454.
— *grandiflora* 449.
— *grandiflora* × *nanella* 385.
— *Hookeri* 448.
— *Hookeri* ♂ 449.
— (*Hookeri* × *biennis*) *rubiennis* 449.
— *Hookeri-laeta* 451.
— (*Hookeri* × *Lamarck.*) *laeta* 448.
— *Hookeri-semivelutina* 451.
— *laeta* rot 450.
— „*laeta* grün“ 450.
— „*laeta*“ 449, 451, 453, 454.
— „*laeta*“ = *gaudens* · *levans* 452.
— „*laeta*“ = *gaudens* · *velans* 452.
— „*laeta*“ = *levans* · *gaudens* 452.
— „*laeta rediviva*“ 450, 451, 452, 453.
— *laeta-velutina*-Spaltung 446.
— „*laeta letalis*“ 450.
— *laeta* = *gaudens* · *Cockerelli* (echte *laeta*!) 452.
— *laeta intermedia* 450.
— (*laeta*, *Cockerelli* · *gaudens*) 453.
— *Lamarckiana* 447, 448, 449, 450, 451, 453, 454, 455, 556.
— *Lamarckiana* × *biennis* 453, 455.
— (*Lamarck.* × *biennis*) *fallax* 454.
— *Lamarckiana* mut. *blandina* 446, 448,
— *Lamarckiana* × *blandina* 449, 450.
— (*Lamarck.* × *blandina*) „*laeta*“ 448.
— (*Lamarckiana* × *blandina*) *laeta* F_2 *intermedia* × *blandina* 452.
— *Lamarckiana* mut. *gigas* 194
— *Lamarckiana* × *muricata* 453, 454.
— (*Lamarck* × *muricata*) *gracilis* 454.
— *Lamarckiana* var. *nanella* 557.
— *Lamarckiana* × *semiblandina* 449.
— *Lamarckiana* mut. *velutina* 446, 448.
— *levans* 450—453.
— *levans* · *curvans* 450.
— *levans* · *gaudens* 450, 451, 452.

Oenothera Br-levans · br-gaudens 450.
— *levans-gaudens* = *semi Lamarckiana* 449.
— *levans · Hookeri* 451.
— *levans-levans* 448, 450, 451.
— mut. *levans* 448.
— *levans · rubens* 452.
— *levans · velans* 450, 452.
— *levans-velans* = *semi blandina* 449.
— (*muricata* × *Lamarckiana*) *laeta* × *muricata* 454.
— (*muricata* × *Lamarckiana*) *velutina* × *muricata* 454.
— *nanella* 448, 451.
— *nanella* × *blandina* 450.
— *nanolevans . nanovelans* (= *nanosemiblandina*) 451.
— *nanolevans . nanolevans* (= *nanoblandina*) 451.
— *neo-Lamarckiana* 449.
— *ochracea* 449.
— *rigens* 451.
— *rubens* 452, 454.
— *rubens · gaudens* 454.
— *semiblandina* 449, 450.
— *semiblandina* = *levans · nanovelans* 451.
— *semiblandina* = *levans · velans* 449, 450.
— *semiblandina* × *muricata* ♂ 450.
— *semifallax* 452.
— *semi-Lamarckiana* 450—453.
— *semi-Lamarckiana* (= *levans · gaudens*) 451.
— F_1-*semi-Lamarckiana* 453.
— *semi-Lamarckiana* × (*syrticola* × *Lamarckiana*) *velutina* 452.
— *syrticola* ♀ 449.
— *syrticola* 451, 453.
— *velans · velans* 449, 451, 453—455.
— mut. *velans* 448.
— *velans · curvans* = *gracilis* 450.
— *velans · gaudens* 450.
— *velans · levans* = *semiblandina* 449.
— *velans · velans* 449, 451, 455.
— „*velutina*“ 450, 452, 453, 454, 455.
— „*velutina*“ = *levans · levans* 452.
— „*velutina*“ = *levans · velans* 452.
— *velutina* = *levans · Cockerelli* (echte *semivelutina*) 452.
Oenotheraceae 547.
Olpidium 377.
Ombrophila 310.
— *pura* 310.
Onoclea Struthiopteris 566, 570.
Oocystis 393, 408.
— *Gigas* var. *Borgei* 650.
Oomyces Ichnaspidis 311.
Oocystis Naegeli 650.
Opegrapha saxatilis 151, 152, 156.
— *saxicola* 151, 155.
Operculatae 170.
Orchidaceae 547.
Orchis 342, 347.
— *latifolia* 342, 343.
— *mascula* 338, 342, 343.
Oscillaria 352.
Oscillatoria albida 220.
— *chlorina* 220.
Oxalis 542, 548.
— *acetosella* 547.
— *Bowiei* 547.
— *canescens* 547.
— *compressa* 547.
— *lunata* 547.
— *macrostylis* 547.
— *pentaphylla* 547.
— *rosea* 547.
— *rosacea* 547.
— *rubella* 547.
Oxyria 547.
Oxytropis pilosa 411.

Paeonia 316.
Pandorina 652.
— *Morum* 650.
Papaver Rhoeas 196.
Papaveraceae 547.
Pappel 661.
Parietaria officinalis 342, 478.
Parmelia subaurifera 537.
Passalora graminis 314.
Pediastreen 652.
Pediastrum 256, 394, 395, 404, 408, 575.
— *Boryanum* 650, 651.
— *Boryanum* var. *capituligerum* 650.
— *Boryanum* var. *perforatum* 650.
— *incisum* 650.
— *incisum* var. *rota* 650.

Pediastrum lobatum 650.
— *pertusum* 650.
— *pertusum* var. *clathratum* 650.
— *pertusum* var. *microporum* 650.
— *triangulum* 651.
— *triangulum* var. *angustatum* 650, 653.
— *triangulum* var. *latum* 650.
Pedicularis Sceptrum Carolinum 567.
Pelargonium 62, 632.
— *zonale* 62, 63.
— *zonale* var. *albomarginatum hort.* 59.
Pellionia Daveauana 478.
Pelomyxa 365.
Penicillium 190, 191, 226, 227, 228, 661.
— *brevicaule* 646.
— *glaucum* 225, 646, 647.
Pentasepala (sect.) (30), (31).
Peperomia 547, 612.
— *latifolia* 611.
Perichaena 667.
— *corticalis* 668.
— *chrysosperma* 667, 668.
— *pedata* 667, 669.
— *vermicularis* var. *pedata* 667.
Peridiniaceen 653, 655, 656, 658.
Peridineen 395, 652.
Peridinium 654.
— *cinctum* 654, 655.
— *cinctum* var. *angulatum* 655.
— *cunningtonii* var. *pseudoquadridens* 654.
— *Elpatiewskyi* 654.
— *güstrowiense* 654.
— *munusculum* 654.
— *penardi* 654, 655.
— *penardiforme* 654, 655.
— *polonicum* 654.
— *Willei* 654.
Perisporiaceae 472, 473.
Perisporina 313.
Perisporiopsis 313.
Petasites albus 565.
Petractis clausa 152, 155, 156.
— *exanthematica* 155.
Peziza 467.
— *acuum* 310.
— *nervisequa* 309.
— *punctiformis* 310, 467.
— *Tamarisci* 310.
Pezizella lachnobrachya 310.
Pezizella minor 310.
— *sclerotinioides* 310.
Phacidiales 311.
Phacidium 310.
— *commodum* 311.
— *geographicum* 317.
— *pusillum* 310.
Phaeobotryon 313.
— *Visci* 313.
Phaeobotryosphaeria 313.
Phaeoderris 135.
Phaeohendersonia 138.
Phaeophacidium Volkartianum 311.
Phaeophyceen 10, 169, 246, 251, 375, 650, 651.
Phalaris arundinacea var. *picta* 77.
Phaseolus 93, 94, 99, 129, 133, 145, 191, 192, 206, 207, 522.
— *multiflorus* 144, 204, 205, 206, 208.
— *vulgaris* 90, 129, 183, 599.
Philadelphus 51.
Phleospora 316, (54).
— *californica* 315.
— *ulmi* (57).
Phloeospora 315.
— *Jaapiana* 317.
Phloeosporella 315.
— *maculans* 316.
Phloeosporina 314.
— *Komarowi* 314.
Phoma 138.
— *acuta* 138.
— *cinereum* 314.
— *hysterella* 316.
— *Lebiseyi* 316.
— *millepunctatum* 317.
— *nigerrima* 314.
— *siliquastrum* 314.
— *uvicola* 315.
Phragmites 551, 553, 555, 641.
— *communis* 549—555, 558, 641.
— var. *flavescens* 550.
— var. *humilis* 550
— var. *nana* 550.
— var. *Pseudodonax* 549—556, 558.
— var. *b. pumila* 550.
— *humilis* 550.
Phragmodothella 313.
Phragmonaevia paradoxa v. *Volkartiana* 311.

Phycomyces 105, 168, 190, 191, 499, 500.
— *nitens* 104, 499.
Phyllachora 137, 315.
— *Agrostis* 313.
Phyllachoreae 312.
Phyllachorella 315.
Phyllachorineae 312, 314.
Phyllosticta ilicicola 315.
— *osteospora* 314.
Phyllostictina ilicicola 315.
— *Murrayae* 315.
— *uvicola* 315.
Phymatosphaeria Calami 307.
Physalospora Ilicis 315.
Physarum flavum 663.
— *straminipes* 662.
— *sulfureum* 663.
— *variabile* 663.
Phytelephas 475.
Phyteuma spicatum 568.
Phytodiniaceae 397.
Phytodinium 395, 397, 399, 402.
Phytolacca 547, 548.
Phytomyxinen 377, 378.
Picea 140.
— *excelsa* 189, 559, 643, 667.
— *orientalis* 140.
— *pungens* 140, 149.
Pilgeriella perisporioides 313.
Pilidium 315.
Pimpinella saxifraga 640.
Pinguicula vulgaris var. *gypsophila* 411.
Pinus silvestris 185, 189, 190, 643.
Piricauda 316.
Pirus communis (61).
Pisum 191.
— *sativum* I 204, 205.
— *sativum* II 204, 205.
— *sativum* 206, 208, 573.
Placodium saxicolum 537.
Placostroma 312.
— *aquilinum* 314.
Plakosphaera 408.
Planctonema Lauterbornei 650, 651.
Plankton 574, 575.
Planktonten 408.
Plantago 642.
— *alpina* 640.
— *lanceolata* 640.
Plantago maritima 410, 412, 418, 636, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645.
— *maritima* var. *gentilis* 640.
— *media* 640.
— *serpentina* 640.
Plasmodiophora 377.
— *Brassicae* 379.
Plenodomus 138, 139, 140.
— *Doliolum* 139.
— *Lingam* 138.
Pleosphaerulina 137, 313.
— *sepincola* 313.
Pleospora sarcinulae (58).
Pleurosigma angulatum 219.
Pleurospermum austriacum 565, 566.
Pleurotaenium Trabecula 483, 484.
Plowrightia Symphoricarpi 312.
Plumatella 575.
Pogotrichum 251, 252.
Polyangiaceen (5).
Polyangium (5).
Polyascineen 226.
Polygonales 548.
Polygonatum 338, 340, 343, 348—351.
— *multiflorum* 340, 344, 349.
— *officinale* 344.
Polygonum affine 547.
— *aviculare* 547.
— *bistorta* 547.
— *cuspidatum* 547.
— *divaricatum* 547.
— *Fagopyrum* 547.
— *filiforme* 547.
— *Hydropiper* 547.
— *lapathifolium* 547.
— *Laxmanni* 547.
— *Persicaria* 547.
— *polystachyum* 547.
— *tataricum* 547.
— *viviparum* 297.
Polypodiaceae 547.
Polystomelleae 473.
Pomoideen 51.
Populus 147, (61).
— *alba* (61).
— *nigra* 29.
Portulaca 547.
— *oleracea* 64, 66, 71.
Potentilla 300.
— *anserina* 300.

Potentilla aurea 300.
— *reptans* 300.
— *supina* 300.
Prasinocladus 257.
Primula 187, 556.
— *obconica* 187, 191.
— *officinalis* 338.
— *sinensis* 555.
Primulaceae 547.
Pringsheimia 187, 313.
Propolidium 311.
— *glaucum* 311.
Propolis faginea 310.
Protococcales 253, 255, 391, 392, 394, 396, 408.
Protozoen 291.
Prunella vulgaris 147.
Prunoideen 51.
Prunus 488.
Pseudochantransia 273, 275, 276.
— *chalybaea* 271, 274, 275.
— *pygmaea* 273—275.
Pseudogigas-Rassen (*Phragmites*) 556.
Pseudohelotium 310.
— *pineti* 310.
Pseudopeziza (55), (56), (61).
— *Loti* 310.
— *populi albae* (56), (57), (58).
— *radians* 309.
— *repanda* 309.
— *ribis* (58), (61).
— *salicis* (58).
— *Trifolii* 309.
Pseudophacidium propolideum 310.
Pseudosphaerella 313.
Pseudosphaeriaceen 135, 307, 312.
Pseudosphaeria 313.
Pseudoplasmodinae 378.
Pseudopygmaeus-Rassen 557.
Pseudotetraëdron 401.
Pseudotthia Symphoricarpi 312.
Psilopodia 309.
Pteridophyten 382.
Pulmonaria 388.
Pulsatilla patens 567.
— *vernalis* 566.
Pycnoderma 465.
Pycnopeltis 465.
— *Bakeri* 312.
Pycnothyrieae 470.
Pygmaeus-Rassen 556.
Pylaiella litoralis 11, 12, 13, 17.
Pyrenobotrys 312.
Pyrenopeziza 309.
— *Campanulae* 309.
— *compressula* 310.
— *distinguenda* 310.
— *Galii* 309.
— *lugubris* 311.
— *Medicaginis* 309.
— *Plantaginis* 310.
Pyrocystis 399.

Quercus 62, 339, 487, 489.
— *macrocarpa* 326.
— *pedunculata* 488.
— f. *heterophylla* 488.
— f. *pectinata* 488.

Radiococcum 408.
Radiolaria 359, 378.
Ramosiella 308.
Ramularia (52), (54), (57).
— *hieracii* (57).
— *Jaapiana* 317.
— *Statices* 317.
— *Tulasnei* (57).
Ramularisphaerella (47), (52), (54), (58).
— *fragariae* (57).
— *hieracii* (57), (59), (60).
— *punctiformis* (57).
Ranunculus lanuginosus 568.
Raoulia 334.
Raphidium 392.
Rapida-Typus (*Oenothera*) 385.
Reticularia 666.
Rhabdostroma 318.
Rhacomitrium canescens 648.
Rhaphidium 575.
Rheum 512, 547.
Rhipsalis salicornioides 547.
Rhizomastiginen 364, 378, 379.
Rhizopoden 359, 375, 378, 390, 391.
Rhizopus nigricans 646, 647.
Rhizosolenia longiseta 650.
Rhoeo 423, 424, 426, 432, 439.
— *discolor* 280, 417, 423, 441.
Rhododendron ferrugineum 533.
Rhodomelaceae 635.

Rhodophyceen 273.
Rhopographus arundinaceus 313.
Rubus Chamaemorus 565.
Rhytisma radicalis 311.
Ribes 51, 147.
— *alpinum* (61).
— *aureum* (61).
— f. sp. *grossulariae* (60).
— *grossularia* (60), (61).
— f. spec. *nigri* (60).
— *nigrum* (60), (61).
— *rubrum* (60), (61).
— *sanguineum* (61)
Rindenflechten 528.
Rispenhafer 229.
Robinia pseudacacia (15).
Rochea 241.
Roggen 39, 204, 205, 624.
Rosa 51.
Rosaceen 51, 300.
Rosenscheldia 137, 140.
— *paraguaya Spegazzini* 136, 137.
Rosmarinus 189.
Roßkastanien 146.
Rubiaceae 547.
Rubus 300, 488, 624.
Ruellia 478.
— *ochroleuca* 478.
Rumex 542.
— *acetosa* 547.
— *acetosella* 547.
— *alpinus* 547.
— *salicifolius* 547.
— *sanguineus* 547.
— *scutatus* 546, 547.
Rumphia 502.
Ruppia 220, 222.
— *rostellata* 219.

Saccardia 308.
— *atroviridula* 307.
— *Durantae* 307, 308.
— *Durantae* var. *Rickii* 307.
— *quercina* 308.
Saccardiaceae 308.
Saccardinula 307.
Saccharomycodes Ludwigii 106.
Saccorrhiza 246.
— *bulbosa* 252.
Saccothecium 313.
Sagedia byssophila 155.
Salicornia 642.
— *herbacea* 639.
Salix depressa 567.
— *hastata* 410, 411.
— *Lapponum* 565.
Salvia 196.
Samolus Valerandi 410.
Sappiniaceen 378.
sasia 46.
(*s*)*asia* 46.
Saubohnen 626.
Saxifraga Hirculus 567.
Scabiosa ochroleuca 640.
Scenedesmus 256, 367, 392, 402, 408, 575.
— *arcuatus* 653.
— *bijugatus* 650.
— *quadricauda* 650, 651, 652.
Schenckiella 305, 306, 307, 465.
— *Marcgraviae* 306, 465.
Schizochorella 314
— *Aceris* 314.
Schizomycetae 650, 651.
Schizophyceae 650, 651, 652.
Schizophyten (5).
Schizothyrieen 465.
Schwarzer Hafer 229.
Scirrhia 313.
Scirrhodothis 313.
— *confluens* 313.
Scirrhophragma 313.
Sclerocarpus 335.
Sclerophomeae 315.
Scleroplella Thalictri 312.
Sclerotium 316.
— *aequivocum* 317.
— *Rhinanthi* 311.
— *succineum* 316.
Scoliciosporum compactum 587.
— *umbrinum* 537.
Scrophularia (28).
— *nodosa* 196.
Scrophulariaceae (28), (45).
Scytonema 150, 154—156.
Sebastiania corniculata var. *genuina* 507.
— *corniculata* var. *tragioides* 507.
sécale 46.
Secale anatolicum 41, 42—45, 47.
— *anatolicum* var. *breviaristatum* 42.

Secale cereale 39.
— *ciliatoglume* 41.
— *creticum* 40.
— *dalmaticum* 40, 42, 43.
— *montanum* 39—43.
— *montanum* var. *breviaristata* 42.
— *serbicum* 42, 43.
Sedum 241.
— *dendroideum* 245.
sekil 46.
Selenastrum 575.
Sempervivum atropurpureum 245.
Senecio crispatus 565.
Septogloeum 315, 316.
Septoria 315, (54), (58), (61).
— *acerina* 315.
— *Aceris* 315, 316.
— *aesculicola* (57).
— *apii* (61).
— *Fraxini* 314.
— *lycopersici* (61).
— *Mori* 316.
— *piricola* (57).
— *populi* (57).
— *Pseudoplatani* 315.
— *ribis* (57).
— *rosae* (55), (58).
Septorisphaerella (54), (58).
— *hippocastani* (57), (58).
— *populi* (57).
— *ribis* (57).
— *sentina* (57).
— *ulmi* (57).
Sesleria coerula var. *uliginosa* 565.
Sēston 574, 575.
sícale 46.
Siegesbeckia 335.
Sieversia montana 800.
— *reptans* 300.
Silene Otites 410—412, 643.
Sinapis alba 204, 205.
Solanum 62, 66, 69—71, 549, 556.
— *nigrum* 64, 66, 68, 69, 70, 71.
— *tuberosum* 547.
Sorastrum 256, 894, 395.
Sorbus torminalis 389, 566, 569.
Sordaria (47).
Sorghum 36, 37.
— *vulgare* 36.
Spermatochnus paradoxus 12, 17.
Sphacelaria 12.
— *bipinnata* 17.
— *cirrhosa* 12.
Sphaerella 137, 313—315.
— *Asteroma* 314.
— *Cruciferarum* 314.
— *plantaginicola* 314.
— *recutita* 314.
Sphaeria Alliariae 136.
— *arundinacea* 313.
— *Aspidiorum* 313.
— *Atomus* 314.
— *Baggei* 312.
— *calostroma* 311.
— *cinereo-nebulosa* 314.
— *Corni* 312.
— *Corni-albae* 316.
— *corticola* 312.
— *derasa* 136.
— *Doliolum* 136.
— *gangraena* 313.
— *geographica* 316.
— *hederaecola* 314.
— *helicicola* 311.
— *Heliopsidis* 136, 137.
— *lineolata* 314.
— *Lingam* 138.
— *melanoplaca* 315.
— *myriadea* 314.
— var. *Fagi* 314.
— *palustris* 315.
— *Podograriae* 314.
— *salebrosa* 138.
— *serograpta* 313.
— *tumefaciens* 136, 137.
Sphaeriaceae 135, 136, 140.
Sphaerocystis 575.
— *Schröteri* 650.
Sphaeroplea 170.
Sphaeropsis aequivoca 317.
— *Evonymi* 316.
Sphaerothyrium filinum 313.
Sphaerulina 313, (54).
— *Maydis* 313.
— *myriadea* 313.
— *phellogena* 313.
— *plantaginea* 314.
— *Rehmiana* (55), (58).
— *Sacchari* 318.
— *smilacincola* 313.

Sphaerulina Trifolii 313.
— *vulpina* 318.
Sphagnum 94, 99, 114, 190.
Spinacia 385, 389.
— *oleracea* 385.
Spirillum Kolkwitzii 224.
Spirochaete plicatilis 220, 224.
Spirogyra 169, 439, 546, 547, (25).
Spitzahorn 315.
Spongomonas 364.
Sporocadus Fiedleri 316.
Sporocybe 317.
— *eumorpha* 317.
Sporomyxa 378.
Sporonema (59).
— *platani* (58).
Stagonospora 315.
Staurastrum 653.
— *cuspidatum* 650.
— *cuspidatum* var. *longispinum* 658.
— *gracile* 653.
— *minutissimum* 483.
— *pelagicum* 653.
— *tenuissimum* var. *anomalum* 658.
Steganosporium 316.
Steinbrech 624.
Stellaria Frieseana 566, 570.
Stemphylium Crataegi 316.
Stephanodiscus astraea 650.
Stephanotheca 465
Sticta pulmonaria 547.
Stictochorella faginea 314.
Stigeoclonium 255, 352.
Stigmatea robertiani (52), (53).
Stigmea 187.
Stigmella Crataegi 316.
— *dryina* 316.
— *scitula* 316.
Stilbospora Fiedleri 316.
Stilophora rhizodes 12, 17.
— *rhizoides* 17.
Stipa capillata 637, 641, 643.
Streptocarpus caulescens 212.
— *Wendlandi* 242.
Strychnos 208.
Stylodinium 395.
Suadea maritima 689.
sukul 46.
Surirella gemma 219.
— *robusta* 652.
Surirella splendida 652.
Syncarpella 137, 140.
Synedra 219.
— *actinastroides* 650, 652.
— *berolinense* 652.
— *delicatissima* 650, 651, 652, 658.
Synura 354
— *uvella* 650.
Syringa 51.

Tabellaria 656.
— *fenestrata* var. *asterionelloides* 650 bis 652, 656, 657.
Tagetes 38
— *erecta* 34.
— *erecta aurantiaca* 30
Taraxacum 20.
— *officinale* 149.
Taxus 8.
— *baccata* 5, 8, 140, (15).
Telimena 313.
— *Baggei* 312.
— *Corni* 312.
Tetracocceen 408.
Tetradinium 395. 399, 401.
Tetraëdron 392, 401, 408.
— *limneticum* 650.
— *limneticum* var. *simplex* 650.
— *minimum* 650.
— *trigonum* 653.
Tetraspora 255, 352.
— *Stigeoclonium* 371.
Teucrium (sect.) (30), (32).
Thakamoeben 375.
Thalictrum aquilegifolium 570.
Thallochrysis 401, 403.
Thiodictyon 220.
Thiophysa 220, 224.
— *volutans* 220, 221, 224.
Thiosphaerella 224.
Thiospirillum 220.
Thiothrix 220, 221.
Thuja 460, 517, 518, 520, 521, 522.
— *occidentalis* 149, 491.
Thymus serpyllum 687.
Tilia 140, 339, 488.
Trabutineae 314.
Trachelomonas intermedia 653.
— *volvocina* 652.

Tradescantia 81, 280, 430, 486, 547, 612.
— *discolor* 528, 611.
— *elongata* 423, 441.
— *guianensis* 280, 423.
— *virginica* 280, 289.
— *zebrina* 280.
Tradescantieae 280.
Tribonema 401.
— *depauperata* 650, 651.
Trichia contorta 667.
Trichoderma viride 661.
Tricholoma 456.
— *argyraceum* 459
— *portentosum* 459.
— *terreum* 459.
— *tigrinum* 459.
— *virgatum* 459.
Trichophaea 310.
Trifolium 62, 206.
— *fragiferum* 637.
— *pratense* 204, 205.
— *repens* 640.
— *spadiceum* 565.
Triglochin maritima 410, 636, 637, 642.
Triticum capitatum 669, 670.
— *compactum* 669.
— *dicoccoides* 669, 670.
— *dicoccum* 669, 671.
— *durum* 669.
— *durum murciense* 671.
— *durum* „*Santa Marta*“ 671.
— *polonicum* 669.
— *Spelta* 669, 670, 671.
— *speltoides* 670.
— *turgidum* 669, 670.
— *turgidum* var. „*Elefant*“ 670, 671.
— *villosum* 40.
— *vulgare* 669, 670.
Tropaeolum majus 513.
Truncata-Typus (*Oenothera*) 385, 386.
Tryblidiaceae 309.
Tsuga 460, 489, 491.
— *canadensis* 140, 489.
— *Mertensiana* 489.
Tubercularieae 309.
„Türkischer Haber“ 231.

Uleomyces cinnabarinus 311.
Ulme 140, 141, 142, 143, 144, 147 bis 149, 460, 461.
Ulmus 488.
— *campestris* 140.
Ulothricaceen 273.
Ulothrichales 273.
Ulotrichales 169, 404.
Ulothrix 404.
Umbelliferae 547.
Unguicularia digitalincola 310.
Unio tumidus 276.
Urtica 62, 125, 477.
— *dioica* 478, 479, 481.
— *urens* 68, 477, 478, 479, 481.
Urticales 478.

Valerianella 547.
Valsa 311.
Valseae 311.
Valseutypella tristicha 311.
Vampyrella 375, 376.
Vaucheria 170, 219, 236—241, 547.
— *sericea* 236.
— *sessilis* 237, 241.
— *terrestris* 235, 238.
— *tuberosa* 236.
Venturia 316.
— *aggregata* 311.
— *ditricha* (58).
— *pirina* (58).
Veratrum 315.
Verbascum (28).
Vermicularia 317.
Vermiculariopsis 317.
— *immersa* 317.
Veronica 389, (5), (28), (30)—(34), (36) bis (38), (40), (45), (46).
— *agrestis* (46).
— *Aschersoniana* (subsp.) (38), (39), (40), (41), (42), (45).
— *Aschersoniana tetrasepal* (43).
— *Aschersoniana* × *Correnſiana* (43).
— *Aschersoniana tetrasepala* × *tubingensis* (48).
— *austriaca* (30), (46).
— *Correnſiana* (subsp.) (38), (39), (40), (41), (42), (43), (45).
— *Correnſiana* × *Aschersoniana* (44).
— *Correnſiana* × *tubingensis* (42).
— *densiflora* (30).
— *longifolia* 60.
— *longifolia alba* 60.

— *macrostemon* (30).
— *montana* 565, 566, 568
— *prostrata* (30), (31), (46).
— *rosea* (31).
— *spicata* 643
— *syriaca* (32), (34), (35), (44), (46).
— *tenuifolia* (31).
— *Teucrium* (29), (30), (45), (46)
— *Tournefortii* (32), (33), (34), (35), (37), (38).
— *Tubingensis* (subsp.) (38), (41), (42), (43), (45).
— *tubingensis* × *Aschersoniana* (42).
— *tubingensis* × *Corrensiana* (42), (43).
— *tubingensis* × *tubingensis* (48)
— *virginica* (29), (30), (32).
Verrucaria calciseda 153, 155.
Verrucariaceen 528
Vicia 206, 493.
— *faba* 202, 204, 205, 206, 208, 578.
Vinca 9.
— *minor* 9.
Viola tricolor 557.
Viscum 547.
— *album* 63.
Vitis vinifera 547.
Volvocales 358.
Volvox 365.

Wallrothiella 313.
— *anceps* 313.
„Wasserblüten" 652.
Weide 661.
Wildhafer 229
Windhafer 229.

Xanthium 203.
— *glabratum* 202.
Xanthocapsa 156.
Xylogramma 311.
Xyloma aquilinum 314.
— *caricinum* 315.

Yatesula 311, 465.
— *Calami* 311.
Yucca 261.

Zea mais 476, 492.
Zuckerrübe 202.
Zukaliopsis 305—308.
— *amazonica* 306, 307.
— *Rickii* 307.
Zygnemales 406.
Zygnemataceen 168, 169.
Zygophyten 407.

Tiernamen.

Bufo 557.
Cyclops 575.
— viridis var parcus 557.
Daphnia pulex 576.
Drosophila 109, 193, 447, 556.
— ampelophila 198.
Hydatina senta 576.
Limax 354.

Mitgliederliste.

(Abgeschlossen am 20. September 1919.)

Ehrenmitglieder.

Bower, F. O., Professor der Botanik an der Universität in **Glasgow**, 1. Hillhead, St. Johns Terrace. Erwählt am 12. September 1907.

Famincyn, A., emer. Professor der Botanik, Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg**, Wassilij Ostrow, 7te Linie 2. Erwählt am 1. Dezember 1903.

Nathorst, Dr. **Alfred G.**, Professor und Direktor des Phytopaläontologischen Museums, Mitglied der Kgl. Schwed. Akademie der Wissenschaften, in **Vetenskapsakademien**, Schweden. Erwählt am 12. September 1907.

Nawashin, Dr. **S.**, Professor der Botanik in **Swjatoschino**, Gouv. Kiew. Erwählt am 12. September 1907.

Prain, Dr. **David**, Direktor der Botanischen Gärten in **Kew** bei London. Erwählt am 12. September 1907.

Thaxter, Dr. **Roland**, Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), 7 Scott-Str. Erwählt am 12. September 1907.

de Vries, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Universität Amsterdam, in **Lunteren**, de Boeckhorst (Holland). Erwählt am 24. September 1891.

Warming, Dr. **Eug.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Museums, Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften, in **Kopenhagen-Valby**, Bjerregaardsvej 5. Erwählt am 24. September 1891.

Winogradsky, Dr. **Sergius**, in **St. Petersburg**, Kaiserl. Institut für experimentelle Medizin. Erwählt am 12. September 1907.

Korrespondierende Mitglieder.

Andersson, Dr. **Gunnar**, Professor in **Djursholm** bei Stockholm.

Balfour, J. Bailey, Professor der Botanik an der Universität in **Edinburg**.

Beccari, Odoardo, vordem Direktor des Botanischen Gartens und Botanischen Museums in Florenz, z. Z. in **Baudino** bei Florenz, Villa Beccari.

Beijerinck, Dr. **M. W.,** Professor am Polytechnikum in **Delft** (Holland).

Bonnier, Dr. **Gaston,** Mitglied des Institut de France, Professor der Botanik an der Universität in **Paris,** Rue d'Estrapade 15.

Briquet, Dr. **John,** Direktor des Botanischen Gartens in **Genf.**

Brotherus, Dr. **Viktor Ferdinand,** Professor in **Helsingfors.**

Cavara, Dr. **Fr.,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Neapel.**

Chodat, Dr. **Robert,** Professor der Botanik an der Universität in **Genf.**

Christ, Dr. **Hermann,** Oberlandesgerichtsrat in **Riehen** bei Basel, Burgstraße 110.

Darwin, Francis, M. B., F. R. S., F. L. S., in **Cambridge** (England.) 13 Madingley Road.

Elfving, Dr. **Fredrik,** Professor an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Helsingfors.**

Farlow, Dr. **W. G.,** Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.).

Flahault, Dr. **Charles,** Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts, in **Montpellier.**

Guignard, Dr. **Léon,** Professor der Botanik an der École supérieure de pharmacie, Mitglied des Institut de France, in **Paris,** I rue des Feuillantines.

Harper, R. A., Professor an der Columbia-Universität in **New York** (U. S. A.).

Hemsley, W. B., F. R. S., F. L. S. in **Kew** bei London.

Henriques, Dr. **J. A.,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Coimbra** (Portugal).

Ikeno, Dr. **S.,** Professor an der Universität in **Tokio.**

Johannsen, Dr. **W.,** Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen.**

v. Lagerheim, Dr. **G.,** Mitglied der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm.**

Lecomte, Dr., Professor in **Paris.**

Mangin, Dr., Professor in **Paris.**

Massart, Dr. **J.,** Professor an der Universität in **Brüssel.**

Matsumura, Dr. **J.,** Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Tokio.**

Miyoshi, Dr. **Manabu,** Professor an der Universität in **Tokio.**

Oliver, F. W., Professor der Botanik am University College in London 1 the Vale, **Chelsea** bei London SW.

Palladin, Dr. **Wl. J.**, Professor an der Universität in **St. Petersburg.**

Penzig, Dr. **Otto**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Genua.**

Reiche, Dr. **Karl,** Professor der Botanik an der Universität Mexico (Escuela de Altos Estudios) und Sektionschef am Instituto Médico Nacional in **Mexico**, D. F. Apartado 656.

Ridley, H. N., M. A., Direktor des Botanischen Gartens in **Singapore.**

Robinson, Dr. **B. L.**, Professor an der Universität und Kurator des Gray-Herbariums in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Saccardo, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua.**

Scott, Dr. **D. H.**, in **East Oakley House**, Oakley, Hants (England).

Seward, A. C., Professor in **Cambridge**, Huntingdon Road (England).

Stapf, Dr. **Otto**, Keeper of Herbarium and Library in **Kew** bei London.

Trelease, William, Professor an der University of Illinois in **Urbana** (Illinois U. S. A.)

Went, Dr. **F. C.**, Professor der Botanik in **Utrecht** (Holland).

Wildeman, Dr. **Em. de**, Professor in **Brüssel.**

Wille, Dr. **J. N. F.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Kristiania.**

Willis, John Chr., M. A., Direktor des Botanischen Gartens in **Rio de Janeiro.**

Mitglieder.

Åkermann, Dr. **Åke**, in **Svalöf** (Schweden).

Abromeit, Dr. **Johannes**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am Botan. Garten in **Königsberg i. Pr.**, Goltzallee 28a.

Allen, Dr. **Charles E.**, Professor der Botanik an der University of Wisconsin in **Madison**, Wis. (U. S. A.), 2014 Chamberlin Avenue.

Anders, Gustav, Lehrer in **Charlottenburg**, Königin-Elisabeth-Str. 50.

Anderson, Dr. **Alexander P.**, 5558 Everett Avenue, American Cealer Co., in **Chicago**, Ill. (U. S. A.).

Andres, Heinrich, Lehrer in **Bonn**, Argelanderstr. 124.

Andrews, Dr. **Frank Marion**, Associate Professor of Botany an der Indiana University in **Bloomington**, Indiana (U. S. A.), 901 East 10th Street.

Appel, Dr. **Otto**, Geh. Regierungsrat, Professor, Mitglied d. Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem.**

Arnoldi, Dr. **Wladimir**, Professor der Botanik an der Universität in **Charkow**, Botanischer Universitätsgarten, Klotschkowskaja 52.

Artari, Dr. **A.**, Privatdozent in **Moskau**, Botan. Laborator. d. Techn. Hochschule.

Arthur, **J. C.**, Professor der Botanik an der Purdue University in **Lafayette**, Indiana (U. S. A.).

Baccarini, Dr. **Pasquale**, Professor und Direktor des Reale Orto botanico in **Florenz**, Via Lamarmora Nr. 6 bis.

Bachmann, Dr. **E.**, Studienrat, Professor, Konrektor a. D. in **Radebeul** bei Dresden, Moltkestr. 24.

Bachmann, Dr. **Fritz**, I. Assistent am Botan. Institut der Universität in **Bonn**, Argelanderstr. 87.

Bachmann, Dr. **Hans**, Professor in **Luzern**, Brambergstr. 5a.

Baesecke, Dr. **P.**, Apotheker in **Braunschweig**, Eiermarkt 1.

Ball, Dr. **O. Melville**, Professor der Biologie in **College Station**, Texas (U. S. A.).

Bally, Dr. **Walter**, Privatdozent der Botanik in Basel, z. Zt. Proefstation Medden-Java in **Salatiga** (Java).

Bartke, **R.**, Professor an der Städtischen Realschule in **Cottbus**, Turnstr. 7, pt.

Bauch, Dr. **K.**, Oberlehrer an der Kirschner-Oberrealschule zu Berlin-Moabit, in **Berlin NW 87**, Elberfelder Str. 36.

Baumgärtel, Dr. **Otto**, Assistent am Bot. Inst. d. Deutschen Universität in **Prag**-Karolinenthal 363.

Baur, Dr. **Erwin**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, Institut für Vererbungsforschung in **Potsdam**, Saarmünder Landstraße. Wohnung: Potsdam, Sedanstr. 7.

Beck, Dr. **Günther, Ritter von Mannagetta und Lerchenau**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Instituts der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.

Beck, Dr. **Olga**, in **Wien XIX**, Hartäckerstr. 26.

Becker, **H.**, Dr. med., in **Grahamstown** (Südafrika), Die Duveneck.

Behrens, Dr. **Joh.**, Geh. Oberregierungsrat, Professor, Direktor der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**.

Benecke, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Münster i. W.**

Berthold, Dr. **G.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts in **Göttingen**.

Bessey, Dr. **Ernst A.**, B. Sc., M. A., Professor der Botanik am Michigan Agricultural College in **East Lansing**, Michigan (U. S. A.).

Beyer, **R.**, Professor, Oberlehrer in **Berlin W**, Lessingstr. 5.

Bezssonoff, Dr. **N.**, in **Kristiania**, Sorgenfrigade 34.

Bitter, Dr. **Georg**, Professor, Direktor des Botanischen Gartens in **Bremen**, Metzer Str. 63.

Blochwitz, **Adalbert**, Oberlehrer a. D. in **Berlin N**, Botanisches Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule, Invalidenstr. 42.

Boas, Dr. **Friedrich**, Dozent für Botanik an der Bayr. Akademie in **Weihenstephan**.

Bode, Dr., Assistent am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin N, Seestr. 61, in **Hermsdorf** bei Berlin, Augusta-Victoria-Str. 3.

Bœrgesen, Dr. **Fr.**, Bibliothekar am Botanischen Museum in **Kopenhagen**, Rosenvangets Hovedvij 19.

Bogen, **Alfred**, Lehrer in **Berlin NO**, Elbinger Str. 17.

Boresch, Dr. **Karl**, Privatdozent, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.

Borowikoff, **G. A.**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Odessa, z. Z. Pflanzenphysiologisches Institut der Böhmischen Universität in **Prag**.

Borzi, **A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität in **Palermo**.

Bredemann, Dr. **G.**, in **Berlin-Friedenau**, Peter Vischer-Str. 19, I.

Bremekamp, Dr. **C. E. B.**, Lehrer an der Nederlandsch Indische Artsenschool in **Soerabaya** (Java).

Brendel, **R.**, Fabrikant botanischer Modelle in **Berlin-Grunewald**, Bismarckallee 37.

Brenner, Dr. **W.**, in **Basel**, Grenzacher Str. 71.

Brick, Dr. **C.**, Professor, Assistent am Botanischen Museum, Leiter der Station für Pflanzenschutz in **Hamburg V**, St. Georgs-Kirchhof 6, I.

Briosi, Dr. **Giovanni**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Laboratorio crittogamico in **Pavia** (Italien).

Broili, Dr. **Joseph**, Regierungsrat, Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Grunewaldstr. 4 II.

Brunnkow, **Reinhardt**, in **Stettin**, Elisabethstr. 21.

Bubák, Dr. **Franz**, Professor der Botanik und der Pflanzenkrankheiten an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tábor** (Böhmen).

Bucherer, Dr. **Emil**, in **Basel**, Jurastr. 54.

Buchwald, Dr. **Johannes**, Professor, Wissenschaftlicher Direktor der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in **Berlin NW 23**, Klopstockstr. 49.

Buder, Dr. **Johannes**, Professor an der Universität in **Leipzig**, Botanisches Institut, Linnéstr. 1.

Bücher, Dr. **Hermann**, Regierungsrat, in **Berlin-Steglitz**, Grunewaldstr. 6.

v. Büren, Dr. **Günther**, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Bern**, Freiburgstr. 11.

Burchard, Dr. **O.**, in **Puerto de Orotava**, Teneriffa, Kanarische Inseln La Paz. Adr. für Paketsendungen: Deutsches Konsulat, Santa Cruz de Tenerife, Canarias, via Hamburg p. Wörmann-Linie.

Burgeff, Dr. **Hans**, Professor, in **Halle a. S.**, Botan. Institut.

Burret, Dr., Assistent am Botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Charlottenburg**, Sybelstr. 5.

Buscalioni, Dr. **Luigi**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Catania** (Sizilien).

Büsgen, Dr. **M.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Hann.-Münden**, Bismarckstr. 3.

Busse, Dr. **Walter**. Geh. Ob.-Reg.-Rat, Vortragender Rat im Reichskolonialamt, in **Berlin-Wilmersdorf**, Hildegardstr. 2.

Campbell, Dr. **Douglas H.**, Professor der Botanik an der Stanford University in **Palo Alto**, Kalifornien (U. S. A.).

Cavara, Dr., **Fridiano**, Professor der Botanik und Direktor des Reale Orto botanico in **Neapel**.

Chamberlain, Dr. **Charles**, Associate Professor of Botany, in **Chicago**, Ill. (U. S. A.), University, Dpt. of Botany.

Chodat, Dr. **R.**, Professor der Botanik an der Universität in **Genf**.

Christensen, **Carl**, mag. scient. in **Kopenhagen**, Skaanesgade 6.

Claufsen, Dr. **Peter**, Professor, Privatdozent an der Universität Berlin, in **Berlin-Steglitz**, Rothenburgstr. 41, III.

Conwentz, Dr. **H.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Leiter der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen, in **Berlin W 57**, Elßholzstr. 13, II.

Correns, Dr. **Carl E.**, Geh. Regierungsrat, o. Hon.-Professor der Botanik a. d. Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, 1. Direkt. d. Kaiser-Wilhelm-Instituts f. Biologie in **Berlin-Dahlem**.

Cuboni, Dr., Professor, Direktor der Stazione di Patologia vegetale in **Rom**, Via St. Susanna.

Czapek, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik an der Deutschen Universität in **Prag II**, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität, Weinberggasse 3a.

Dalmer, Dr. **Moritz**, Gymnasialoberlehrer in **Tannenfeld** bei Nöbdenitz (Sachsen-Altenburg).

Darbishire, Dr. **O. V.**, in **Bristol**, Universität.

v. Degen, Dr. **Arpad**, Direktor der Samenkontrollstation in **Budapest II**, Kis-Rokus-Gasse 15.

Dengler, Dr., Kgl. Oberförster in **Reinhausen**, Kr. Göttingen, Oberförsterei.

Dennert, Dr. **E.**, Professor, wissenschaftlicher Direktor des Keplerbundes in **Godesberg a. Rhein**, Römerstr. 23.

Derschau, Dr. **Max von**, in **Auerbach** an der Bergstraße (Hessen).

Detmer, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität, in **Jena**, Sonnenbergstr. 1a.

Diels, Dr. **L.**, Professor der Botanik a. d. Universität Berlin, in **Berlin-Dahlem**, Botan. Museum.

Dietel, Dr. **P.**, Professor, Oberlehrer in **Zwickau**, Carolastr. 21.

Dingler, Dr. **Hermann**, Professor der Botanik, in **Aschaffenburg** (Bayern), Grünewaldstr. 15.

Dittrich, Dr. **Gustav**, Professor, Gymnasialoberlehrer in **Breslau XVI**, Uferzeile 14.

Docters van Leeuwen, Dr. **W.**, in **Samarang** (Java).

Dörries, Dr. **Wilhelm**, Oberlehrer an der Oberrealschule in **Zehlendorf** bei Berlin, Gertraudstr. 10.

Dohrn, Dr. **Reinhard**, Direktor der Zoologischen Station in **Neapel**.

Doposcheg-Uhlár, Dr. **J.**, k. u. k. Major in **Partenkirchen**, Haus Silberacker.

Dröge, **Ernst**, Seminarlehrer, in **Berlin S 59**, Jahnstr. 12.

Drude, Dr. **Oskar**, Geh. Rat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Dresden**, Botanischer Garten.

Duggar, Dr. **Benjamin M.**, Professor der Pflanzenphysiologie am Missouri Botanical Garden in **St. Louis**, Miss. (U. S. A.).

Dunzinger, Dr. **Gustav**, Assistent am Botanischen Institut der Technischen Hochschule in **München**, Neureutherstr. 25 IV.

Du Rietz, **Einar**, Assistent am Pflanzenbiologischen Institut der Universität in **Upsala**.

Dusén, Dr. **P.**, in **Kantorp** in Schweden.

Duysen, Dr. **Franz**, Dozent an der Landwirtschaftl. Hochschule, in **Berlin NW 23**, Altonaer Str. 10.

Engler, Dr. **A.**, Geheimer Oberregierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem.**

Ernst, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik und Direktor des Instituts für allgemeine Botanik (Biologiegebäude der Universität, Künstlergasse 16, Zürich I) in **Zollikon** b. Zürich, Höhestr. 66.

Esmarch, Dr. **Ferdinand**, Assistent an der Abt. für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Landwirtschaft in **Bromberg**, Bülowplatz 8.

Espe, Dr. **William**, in **Osterode a. Harz**, Obere Neustadt 6.

Esser, P. **HJ.** (S. V. D.), Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen in **St. Gabriel** bei Mödling-Wien.

Esser, Dr. **P.**, Direktor des Botanischen Gartens in **Cöln a. Rh.**

Ewert, Dr., **R.**, Professor, Lehrer der Botanik und Leiter der botanischen Abteilung der Versuchsstation des Pomologischen Instituts in **Proskau** (Oberschlesien).

Faber, Dr. **F. C. von**, Vorsteher der Botanischen Laboratorien s' Lands Plantentuin in **Buitenzorg** (Java).

Falck, Dr. **Richard**, Professor an der Forstakademie und Leiter des Mykologischen Instituts derselben in **Hann.-Münden.**

Falkenberg, Dr. **Paul**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens und des Botanischen Instituts in **Rostock i. M.**

Farenholtz, Dr. **H.**, Assistent für Botanik am Städt. Museum für Natur-, Völker- und Handelskunde in **Bremen.**

Farlow, Dr. **W. G.**, Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), Quincy Street 24.

Farmer, **J. B.**, M. A., Professor der Botanik in **London W**, South Park, Gerrards Cross, Bucks.

Fedde, Dr. **Friedrich**, Professor, Oberlehrer, Herausgeber von Justs Botanischem Jahresberichte und des Repertorium specierum novarum, in **Berlin-Dahlem**, Post Berlin-Lichterfelde, Fabeckstr. 49.

Fedtschenko, Boris von, Oberbotaniker am Botanischen Garten in **St. Petersburg.**

Feldbausch, Dr. **Karl**, Rechtspraktikant in **Landau** (Pfalz), Xylanderstr. 1.

Figdor, Dr. **W.**, Professor an der Universität in **Wien III**, Wohllebengasse 9.

Finn, Vladimir, Konservator am Botan. Garten, Bot. Kabinett der Universität in **Kiew.**

Fischer, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik in **Bern**, Kirchenfeldstr. 14.

Fischer, Dr. **Hermann**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **München**, Cuvilliéstr. 1 III.

Fischer, Dr. **Hugo**, Leiter der Versuchsanlage Horst a. d. Ruhr der Deutsch-Luxemburg. Bergw.- u. Hütten-A. G., Wohnung: **Essen a. R.**, Huyssenstr. 19.

Fischer von Waldheim, Dr. **Alexander**, Kais. russischer Geheimer Rat, Exzellenz, emerit. ordentl. Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Gartens in **St. Petersburg.**

Fitting, Dr. **Hans**, Professor der Botanik, Direktor des Botan. Instituts in **Bonn a. Rh.**, Poppelsdorfer Schloß.

Flahault, Dr. **Charles**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Montpellier.**

Fleischer, Max, Professor, in **Berlin W 15**, Düsseldorfer Str. 73.

Focke, Dr. **W. O.**, Medizinalrat in **Bremen**, Beim Steinernen Kreuz 5.

Forenbacher, Dr. **Aurel**, Professor, Privatdozent an der Universität in **Agram** (Zagreb), Kroatien, Trg Khuen Héderváry-a 4.

Forti, Dr. **Achille**, in **Verona**, Via St. Eufemia.

Fries, Dr. **Rob. E.**, Professor und Direktor des Bergianischen Gartens, **Vetenskapsakademien** b. Stockholm.

Fritsch, Dr. **Karl**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens der Universität in **Graz** (Steiermark), Albertstraße 19.

Fritsch, Dr. **F. E.**, Professor der Botanik am East London College (University of London) in **London NW**, Brondesbury, 77 Chatsworth Road.

Fuchs, Dr. **J.**, in **München**, Kaiserstraße 50.

Fünfstück, Dr. **Moritz**, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Vorstand des Botanischen Gartens in **Stuttgart**, Ameisenbergstr. 7.

Funk, Dr. **Georg**, in **Giessen**, Bleichstr. 4 I.

Furlani, Dr. **Hans**, Professor am Staatsgymnasium in **Wien VII**, Kandlgasse 39.

Fujii, Dr. **K.**, Professor der Botanik in **Tokio**, Botanisches Institut und Botanischer Garten der Universität.

Gassner, Dr. **Gustav**, Professor d. Botanik, Direktor d. Botan. Instituts und Gartens an der Technischen Hochschule in **Braunschweig**, Bültenweg 66.

Gatin, Dr. **C. L.**, Préparateur de botanique à la Sorbonne, in **Versailles** (Seine et Oise), 13 rue Jacques Boyceau.

Gaulhofer, Dr. **Karl**, Professor an der Realschule in **Brück** (Steiermark).

Gehrmann, Dr. **K.**, Aufenthalt z. Zt. unbekannt.

Geisenheyner, **L.**, Gymnasialoberlehrer in **Kreuznach.**

Gertz, Dr. **Otto**, Dozent an der Universität, Gymnasialprofessor, in **Lund** (Schweden), Botanisches Institut.

Giesenhagen, Dr. **Karl**, Professor d. Botanik, Vorstand des Botanischen Instituts der Technischen Hochschule in **München**, Schackstr. 2, II.

Giessler, Dr. **Rudolf**, Kustos am Bot. Institut in **Leipzig**, Sidonienstr. 19.

Gilbert, **Edward**, **M.**, Assistant Professor of Botany an der University of Wisconsin, in **Madison** (U. S. A.).

Gilg, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität, Kustos am Botan. Museum in **Berlin-Dahlem.**

Ginzberger, Dr. **August**, Adjunkt am Botan. Garten und Institut der Universität und Generalsekretär der Zoolog.-botan. Gesellschaft in **Wien III**, Rennweg 14.

Gjurašin, Dr. **Stjepan**, Prof. a. Mädchenlyzeum in **Agram** (Kroatien), Pantoviac 80.

Gladbach, **Wilhelm**, Apotheker in **Cöln**, Norbertstr. 38.

Glück, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik in **Heidelberg**, Brückenstr. 18, I.

Gobi, Dr. **Chr.**, Exzellenz, Professor der Botanik an der Universität in **St. Petersburg**, Wassilij Ostrow, 9. Linie, 46, Qu. 34.

Goch, **Georg**, in **Teschen**, Österr.-Schlesien, Kaiser-Wilhelmstr. 19.

Goebel, Dr. **K. Ritter von**, Geh. Rat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts in **München**, Menzinger Str. 15.

Goethart, Dr. **J. W. Chr.**, Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Niederlande), Rijn-Schickade 78.

Goldschmied-Herrmann, Dr. **Alice**, in **Wien VII**, Lindengasse 15 III/9.

Gothan, Dr. **W.**, Professor, Kustos a. d. Geolog. Landesanstalt, Dozent an der Techn. Hochschule in **Berlin N**, Invalidenstr. 44.

Graebner, Dr. **P.**, Professor, Kustos am Botanischen Garten zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Lichterfelde**, Viktoriastr. 8.

Graevenitz, Dr. **Luise v.**, in **Potsdam**, Moltkestraße 11.

Grafe, Dr. **Victor**, Professor der Botanik an der Universität in **Wien VIII**, Hamerlingplatz 9.

Gran, Dr. **H.**, Professor der Botanik an der Universität in **Kristiania**, Botanisches Institut.

Grosser, Dr. **Wilhelm**, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchsstation in **Breslau X**, Matthiasplatz 1.

Grüß, Dr. **J.**, Professor, Oberlehrer in **Friedrichshagen** bei Berlin, Brestpromenade 14.

Günthart, Dr. **August**, Direktor des Lyceum Alpinum in **Zuoz** (Engadin), Schweiz.

Guttenberg, Dr. **Hermann Ritter von**, Professor, Privatdozent für allgemeine Botanik, Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der Universität in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Straße 1.

Gwynne-Vaughan, D. J., M. A., Professor der Botanik an der Universität in **Belfast**, Irland.

Györffy, Dr. **J.**, o. ö. Professor der allgemeinen Botanik an der Universität in **Kolozsvár** (Siebenbürgen).

Haacke, Dr. **Otto**, Professor, Realgymnasialoberlehrer in **Plauen i. V.**, Streits Berg.

Haase-Bessell, Gertraud, Frau verw. Dr. med., in **Dresden-N. 6**, Hospitalstr. 3, II.

Haberlandt, Dr. **G.**, Geh. Reg.-Rat, Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiol. Instituts der Universität Berlin, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Straße 1.

Hagem, Oscar, cand. real., Stipendiat der Botanik in **Bergen** (Norwegen), Botanisches Institut des Museums.

Hämmerle, Dr. **J.**, Oberlehrer an der höheren Staatsschule in **Cuxhaven**, Süderwisch 51.

Häuser, Dr. **Robert**, Oberlehrer am Städt. Reformrealgymnasium in **Saarbrücken 2**, Sophienstr. 10a II.

Hamorak, Dr. **Nestor**, in **Wien VII**, Lerchenfelderstr. 19/9.

Hannig, Dr. **E.**, Prof. der Botanik, in **Hann.-Münden**, Forstakademie.

Hansen, Dr. **Adolf**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Gartens in **Gießen**, Leberstr. 21.

Hansteen, Dr. **B.**, Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Aas** bei Kristiania (Norwegen).

Harder, Dr. **Richard**, Privatdozent, Assistent am Bot. Institut der Universität in **Würzburg**.

Harms, Dr. **H.**, Professor, wissenschaftlicher Beamter der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Friedenau**, Ringstr. 44.

Harper, R. A., Professor an der Columbia University New York City in **New York** (U. S. A.).

Harster, Dr. **Richard**, Reallehrer in **Ludwigshafen** a. Rh., Maxstr. 55.

Hartmann, Dr. **Max**, Professor, Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie in **Berlin-Dahlem**, Bolzmannstr.

Haupt, Dr. **Hugo**, in **Bautzen**, Muettigstr. 35.

Hausrath, Dr. **Hans**, Professor an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe**, Kaiserstr. 12.

Hecke, Dr. **Ludwig**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17.

Hegi, Dr. **Gustav**, Professor der Botanik an der Universität, in **München**, Tengstr. 18.

Heiden, Dr. **H.**, in **Rostock i. Mcklbg.**, Prinz-Friedrich-Karl-Straße 2.

Heilbronn, Dr. **Alfred**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität und Leiter der Pilzprüfungsstelle der Provinz Westfalen, in **Münster i. W.**, Steinfurterstr. 39 II.

Heinrich, Dr. **M**, Vorstand der Samenkontrolle der Landwirtsch. Versuchsstation, in **Rostock i. M.**

Heinricher, Dr. **E.**, Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Institutes der Universität Innsbruck, in **Innsbruck-Hötting.**

Heinsius, Dr. **H. W.**, in **Amsterdam**, P. C. Hooftstraat 144.

Herberg, Dr. **Martin**, Studienreferendar in **Potsdam**, Französische Str. 9.

Hergt, **B.**, Professor, in **Weimar**, Cranachstr. 8.

Heribert-Nilsson, Dr. **N.**, Dozent an der Universität Lund, in **Landskrona** (Schweden).

Herrig, Dr. **Friedrich**, Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der Universität Berlin, in **Berlin-Dahlem.**

Herrmann, **E.**, Geh. Reg.-Rat, Regierungs- und Forstrat in **Breslau**, Forckenbeckstr. 8 II.

Herter, Dr. **W.**, Professor, in **Berlin-Steglitz**, Vionvillestr. 11/12.

Heukels, **H.**, in **Bloemendal**, Post Sandpoort-Station (Holland).

Hieronymus, Dr. **Georg**, Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Grunewaldstr. 27.

Hill, **A. W.**, M. A., Assistant-Director an d. Royal Botanic. Garden, in **Kew**, Branstone Road 4.

Hill, **T. G.**, A. R. C. S., Assistant-Professor of Botany in **London WC**, University College.

Hillmann, **Joh.**, Oberlehrer in **Berlin-Pankow**, Breite Str. 15.

Hils, Dr. **Ernst**, Oberlehrer, in **Berlin-Halensee**, Katharinenstr. 21.

Hiltner, Dr., Professor, Oberregierungsrat, Direktor der Bayr. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in **München-Schwabing**, Osterwaldstr. 9.

Himmelbaur, Dr. **Wolfgang**, Privatdozent für systemat. Botanik an der Universität in **Wien II**, Schüttelstr. 71.

Hinneberg, Dr. **P.**, in **Altona-Ottensen**, Flottbeker Chaussee 29.

Hinze, Dr. **G.**, in **Zerbst**, Friedrichsholzallee 42.

Hirmer, Dr. **Max**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut in **München 13.**

Höfler, Dr. **Karl**, in **Wien XIII/2**, Onno Klopp-Gasse 6.

Höhnel, Dr. **Fr.**, **Ritter von**, Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in **Wien IV**, Karlsplatz 13.

Höstermann, Dr. **G.**, Vorstand der pflanzenphysiologischen Abteilung und Lehrer an der Gärtner-Lehranstalt zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Schloßstr. 32.

Hoyer, Otto, Assistent d. chemisch. pharmazeut. Untersuchungsanstalt im Ministerium d. Innern, in **Wien I,** Salvatortr. 12.

Hollrung, Dr. **M.**, Professor, Lektor für Pflanzenpathologie an der Universität, in **Halle a. S.**, Dorotheenstr. 18, II.

Holmann Richard M., Instructor of Botany a. d. University of the Philippines.

Holtermann, Dr. **Carl,** Professor, Privatdozent der Botanik, in **Berlin-Wilmersdorf**, Darmstädter Straße 7.

Houtermans, Elsa. in **Wien I,** Börseplatz 6.

Huber-Pestalozzi, Dr. phil. et. med. **Gottfried**, in **Zürich**, Englisch Viertel-Str. 61.

Hunger, Dr. **F. W. T**, in **Amsterdam**, Van-Eeghen-Straat 52.

Iltis, Dr. **Hugo**, Privatdozent an der Franz-Josef-Technischen Hochschule in **Brünn**, Schmerlinggasse 28.

Irmscher, Dr. **E.**, Assistent am Institut f. allgem. Botanik und Kustos am Herbarium, in **Hamburg,** Jungiusstr.

Issatschenko, Boris, Hofrat, Privatdozent der Botanik an der Universität, Vorsteher der Samenprüfungsstation, in **St. Petersburg,** Botanischer Garten.

Istvánffi de Csikmadefalva, Dr. **Gyula von**, Professor der Botanik an der Ungarischen Technischen Universität in **Budapest,** (I Müegyetem rakpart.)

Iterson, Dr. **G. van**. in **Delft** (Holland), Quai Delft 81.

Ivanow, **Sergius**, Magister der Botanik, Assistent in **Moskau**, Rasumowskoje C. X. U.

Iwanowski, Dr. **Dimitri**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Warschau**, Nowogrodzkastr. 60.

Jaap, **Otto**, Privatgelehrter in **Hamburg 25**, Burggarten 3.

Jaccard, Dr. **Paul**, Professor d. Botanik am Eidgen. Polytechnikum, in **Zürich**. Konkordiastr. 12.

Jahn, Dr. **Eduard**, Professor, in **Charlottenburg**, Witzlebenstr. 41.

Jakowatz, Dr. **A.,** Professor an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tetschen-Liebwerd** (Böhmen).

Jensen, Hjalmar, Direktor der Proefstation voor Vorstenlandsche tabak, in **Wedi, Klaten** (Java).

Jessar, Else, Demonstrator am Pharmakognostischen Institut der Universität, in **Wien V,** Margarethengürtel 4.

Johannsen, Dr. **W.**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität, in **Kopenhagen**, Botanischer Garten, Gothersgade 140.

Johnson, Dr. **T.**, F. L. S., Professor der Botanik am Royal College of Science und Kustos der botanischen Sammlungen des Nationalmuseums in **Dublin.**

Jongmans, Dr. **Wilhelm**, Konservator am Reichsherbarium zu Leiden, in **Bloemendal** b. Harlem, De Genestetweg 6.

Jost, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik in **Heidelberg**, Botan. Institut der Universität.

Junk, **W.**, in **Berlin W 15**, Sächsische Str. 68.

Kabát, **Jos. Em.**, emerit. Zuckerfabrikdirektor in **Turnau** 544 (Böhmen.)

Kalt, **Bertram**, Leiter der Pflanzenzuchtstation des Landwirtsch. Instituts in **Halle a. S.**, Julius-Kühn-Str. 31/32.

Kappert, Dr. **Hans**, Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem.**

Karrer, **Siegmund**, Obergärtner in **Erfurt**, Bellingstr. 13.

Karsten, Dr. **George**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Halle a. S.** Botan. Institut.

Kasanowski, **Victor**, Privatdozent für Botanik an der Universität, in **Kiew**, Funduktejevskaja 46.

Kaufmann, **Martha**, in **Braunschweig**, Riddagshäuserweg 26.

Kavina, Dr. **K.**, Dozent der Botanik an der böhmischen Universität in **Prag II**, **433.**

Kegel, Dr. **Werner**, in **Bremen**, Braunschweiger Straße 5.

Keller, Dr. **Robert**, Gymnasialrektor in **Winterthur**, Trollstr. 32.

Kiessling, Dr. **L.**, Professor, Vorsteher der Bayer. Saatzuchtanstalt in **Weihenstephan** b. Freising.

Killermann, Dr. **Seb.**, Professor, Vorsitzender der Botan. Gesellschaft in **Regensburg**, Stahlzwinger 23.

Killian, Dr. **Karl**, Chargé des conférences am Botanischen Institut der Universität in **Straßburg i. E.**, Rue de l'Université.

Kirchner, Dr. **O. von**, Geh. Hofrat, früher Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, in **München**, Georgenstr. 82.

Kirschstein, **W.**, Lyzeallehrer in **Berlin-Pankow**, Neue Schönholzerstr. 13 II.

Klebahn, Dr. **H.**, Professor in **Hamburg 30**, Curschmannstr. 27.

Klein, Dr. **Edmund Jos.**, Professor der Biologie in **Luxemburg**, Villa Flora, Am Äußeren Ring 20.

Klein, **Gustav**, Demonstrator am Pflanzenphysiol. Institut, in **Wien XVII**, Geblergasse 55.

Klein, Dr. **Ludwig**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Technischen Hochschule, in **Karlsruhe** in Baden, Kaiserstr. 2, Botanisches Institut.

Klemt, Dr. **F.**, Oberlehrer in **Berlin-Lichtenberg**, Rathausstr. 7, II.

Klenke, Dr. **Heinrich,** Studienassessor am städt. Reform-Realgymnasium. in **Bad Harzburg,** Goslarsche Str. 2.

Kneucker, A., Redaktör der Allgemeinen Botanischen Zeitschrift, in **Karlsruhe** in Baden, Werderplatz 48.

Kniep, Dr. **Hans**, Professor der Botanik, in **Würzburg**, Seelbergstr. 2 II.

Knischewsky, Dr. **Olga,** in Bad **Weilbach** b. Flörsheim a. M., Wirtschaftl. Frauenschule.

Knoll, Dr. **F.**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität, in **Wien III**, Rennweg 14.

Knudson, Dr. **Lewis,** Assistant Professor of Plant Physiology an dem New York State College of Agriculture der Cornell University, in **Ithaca** N. Y. (U. S. A.)

Knuth, Dr. **Reinhard,** Oberlehrer in **Berlin-Wilmersdorf,** Wilhelmsaue 12, IV.

Koch, Dr. **Alfred,** Professor, Direktor des Landwirtschaftlich-Bakteriologischen Instituts an der Universität Göttingen, Herausgeber des Jahresberichtes über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen, in **Göttingen,** Hainholzweg 20.

Koch, Dr. **L.,** Professor der Botanik an der Universität in **Heidelberg,** Sophienstr. 25.

Koernicke, Dr. **Max,** Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Akademie in Poppelsdorf und der Universität, in **Bonn,** Bonner Talweg 45.

Kolkwitz, Dr. **Richard,** Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, wissenschaftliches Mitglied der Landesanstalt für Wasserhygiene, in **Berlin-Steglitz,** Rothenburgstr. 30.

Koriba, Dr. **K.,** in **Sapporo** (Japan), Botan. Institut der Universität.

Kornauth, Dr., Regierungsrat, Vorstand der Landwirtschaftlich-Bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in **Wien II/I,** Trunnerstr. 1.

Korschelt, Dr. **P.,** Studienrat, Professor, Oberlehrer am Realgymnasium in **Zittau i. S.,** Königsstr. 21.

Kräusel, Dr. **Richard,** in **Breslau 9,** Adalbertstr. 76, III.

Krasser, Dr. **Fridolin,** o. Professor für Botanik, Warenkunde und technische Mikroskopie an der Deutschen Technischen Hochschule, in **Prag I,** Hußgasse 5.

Krause, Dr. **Kurt**, Assistent am Botanischen Museum in **Berlin-Dahlem.**

Kroemer, Dr. **Karl**, Professor, Vorstand der Pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**

Krull, Rudolph, Apotheker in **Breslau X**, Rosenthaler Straße 45.

Krumbach, Dr. **Thilo**, Professor, Direktor der Zoolog. Station der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, in **Rovigno** (Istrien).

Kubart, Dr. **Bruno**, Privatdozent in **Graz**, Institut für systematische Botanik.

Küster, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an d. Universität, Herausgeber der „Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie“, in **Bonn a. Rh.**, Endenicher Allee 24.

Kuhn, Erik, stud. phil. in **Innsbruck**, Museumstr. 1.

Kumm, Dr., Professor, Direktor des Westpreußischen Provinzial-Museums in **Danzig**, Langemarkt 24.

Kuntzen, Dr. **Heinrich**, Assistent am Zoolog. Museum zu Berlin, in **Karlshorst**, Tresckowallee 57A.

Kupper, Dr. **W.**, Kustos am Botan. Garten in **München**-Nymphenburg.

Kurssanow, L., Privatdozent in **Moskau**, Universität, Botan. Institut.

Kurtz, Dr. **Fritz**, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Museums an der Universität und Mitglied der Academia nacional de ciencias in **Córdoba** (Argentinische Republik).

Kylin, Dr. **Harald**, Privatdozent an der Universität in **Upsala** (Schweden), Drottninggaten 12.

La Garde, Dr. **Roland**, in **Smichow** bei Prag 197, Kreuzherrengasse 7.

Lagerheim, Dr. **G. von**, Mitglied der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm N**, Stockholms Högskola.

Laibach, Dr. **Fr.**, Oberlehrer in **Frankfurt a. M.**, Vogelweidstr. 14.

Lakon, Dr. **G.**, Privatdozent für Botanik an der Technischen Hochschule Stuttgart, Abteilungsvorsteher an der Württ. Landw. Hochschule in **Hohenheim** b. Stuttgart.

Lakowitz, Dr. **C.**, Professor, Direktor der Naturforschenden Gesellschaft in **Danzig**, Frauengasse 26.

Land, Dr. **W. J. G.**, Assistant Professor of Botany an der Universität in **Chicago**, Deptm. of Botany.

Lande, Max, Verlagsbuchhändler in **Berlin-Schöneberg**, Mühlenstr. 8.

Langer, Dr. **Helene**, (Nothmann-Zuckerkandl) in **Jena**, Botzstr. 10.

Lauterbach, Dr. **C.**, Professor, Rittergutsbesitzer auf **Stabelwitz** bei Deutsch-Lissa.

Lehmann, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität, in **Tübingen**, Lustnauer Allee.

Leick, Dr. **Erich**, a. o. Professor der Botanik u. Pharmakognosie an der Universität, in **Greifswald**, Arndtstr. 31.

Leick, Dr. **Marie**, geb. **Schultz** in **Greifswald**, Arndtstr. 31.

Leininger, Dr. **Hermann**, Professor am Lehrerseminar in **Karlsruhe** (Baden), Kaiserallee 115, III.

Leisering, Dr. **Bruno**, Studienrat, Leiter der 6. Oberrealschule, in **Berlin NO 43**, Am Friedrichshain 15.

Lemcke, Dr. **Alfred**, Direktor des Samenuntersuchungsamtes und der Pflanzenschutzstelle der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen in **Königsberg i. Pr.**, Beethovenstr. 24/26.

Lepeschkin, Dr. **W. Wlad.**, Professor der Botanik, Direktor des Botan. Laboratoriums und Gartens der Universität in **Kasan**, Privatadresse: Ljadskaja d. Molotkowa.

Lesage, Dr. **Pierre**, Professeur à la Faculté des Sciences in **Rennes**.

Lewitzki, **Gregorius**, Assistent am Botan. Laboratorium des Polytechnikums in **Kiew**.

Liebenberg, Dr. **Ad.** Ritter **von**, Hofrat, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstraße 17.

Lieske, Dr. **Rudolf**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Heidelberg**.

Lilienfeld, Dr. **Fl.**, Assistentin am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem**.

Limberger, Dr. **Alfred**, in **Wien XVII**, Urbangasse 10.

Lindau, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent der Botanik, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin-Lichterfelde**, Moltkestraße 3.

Lindner, Dr. **Paul**, Professor in **Berlin N 65**, Seestraße 13, Institut für Gärungsgewerbe, Privatwohnung: Charlottenburg, Sybelstr. 9.

Lingelsheim, Dr. **Alexander**, Assistent am Botan. Garten und Museum der Universität, Dozent an der Technischen Hochschule in **Breslau X**, Werderstr. 27.

Linhart, Dr. **Georg**, Kgl. Rat, Professor an der Ungarischen Landwirtschaftlichen Akademie in **Ungarisch-Altenburg** (Magyar Ovar.)

Linsbauer, Dr. **Karl**, Professor an der Universität in **Graz**, Pflanzenphys. Institut, Schubartstr. 53.

Linsbauer, Dr. **L.**, Professor der Botanik und Pflanzenpathologie a. d. höheren Lehranstalt für Wein- und Obstbau in **Klosterneuburg** bei Wien.

Lloyd, L. G., The Lloyd Library, **Cincinnati,** O. (U. S. A.), 309 West Court Street.

Löffler, Dr. **Bruno,** Assistent am botan. Institut in **Innsbruck-Hötting,** Sternwartenstr.

Loesener, Dr. **Th.,** Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz,** Humboldtstr. 28.

Löw, Käte, in **Brünn** (Mähren) Karlsglacis 3.

Lopriore, Dr. **Giuseppe,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor der Regia Stazione Sperimentale Agraria zu Modena, Herausgeber der „Stazioni Sperimentali Agrarie Italiane“ in **Modena.**

Losch, Dr. **Hermann,** Assistent am Botan. Institut d. Landw. Hochschule in **Hohenheim.**

Ludwig, Dr. **Alfred,** Oberlehrer in **Siegen i. Westf.,** Wilhelmstr. 4.

Ludwigs, Dr. **Karl,** Leiter der Pflanzenschutzstelle der Landwirtschaftskammer für die Provinz Brandenburg in **Berlin-Dahlem,** Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

Mac Kenney, Dr. **Randolph E. B.,** Professor, Expert im Bureau of Plant Industry, U. S. Department of Agriculture. Adr. für Postsendungen: Cosmos Club, **Washington,** D. C. (U. S. A.).

Magnus, Dr. **Werner,** Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule, in **Berlin W,** Carlsbad 4a.

Mágocsy-Dietz, Dr. **Sándor,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Bot. Gartens in **Budapest VIII,** Illésu 25.

Maire, Dr. **R.,** Professor an der „Faculté des Sciences de l'Université“ in **Algier.**

Mandekič, Dr. **V.,** Professor für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der höheren Landwirtschafts-Schule in **Križevac** (Kroatien).

Marloth, Dr. **Rudolf,** in **Kapstadt** (Süd-Afrika), P. O. box 359.

Mattfeld, Joh., cand. phil. in **Berlin-Lichterfelde-Ost,** Kastanienstr. 1, I.

Mattirolo, Dr. **O.,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Turin,** Valentino.

Mäule, Dr. **C.,** Professor, Rektor der Wilhelmsrealschule, Privatdozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Stuttgart,** Pfitzerstr. 11, I.

Maurizio, Dr. **A.,** Professor an der Technischen Hochschule in **Lemberg,** Botan. Institut.

Meigen, Dr. **Friedrich,** Professor, Oberlehrer an der Städtischen Realschule in **Dresden-A.,** Nöthnitzer Str. 26, I.

Melchior, **Hans**, stud. phil., Hilfsassistent am Pflanzenphys. Institut der Universität Berlin, in **Charlottenburg**, Knesebeckstr. 30.

Menzel, Dr. **Paul**, Sanitätsrat in **Dresden**, Mathildenstr. 46, I.

Merkel, Dr., Leiter der Saatzuchtabteilung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in **Berlin SW 11**, Dessauer Str. 14.

Meyer, Dr. **Arthur**, Geh. Reg.-Rat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Marburg a. d. L.**, Botanisches Institut.

Meyer, Dr. **Fritz Jürgen**, in **Braunschweig**, Damm 34.

Meyer, **K.**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Moskau**.

Miehe, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Landw. Hochschule Berlin, in **Berlin-Lichterfelde-West**, Stubenrauchstr. 10.

Migula, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Forstlehranstalt in **Eisenach**, Richard-Wagner-Str. 3.

Mildbraed, Dr. **K.**, Kustos am Botanischen Museum in **Berlin-Dahlem**.

Miliarakis, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Athen**, Rue Didot 12 A.

Miyake, Dr. **Kiichi**, Professor der Botanik, Botan. Institut d. Agricultur College d. Universität in **Tokio**, Japan.

Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor der Botanik an der Universität in **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

Möbius, Dr. **M.**, Geh. Reg.-Rat., Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Frankfurt a. M.**, Königsteiner Str. 52.

Möller, Dr. **Alfred**, Professor, Oberforstmeister, Direktor der Forstakademie in **Eberswalde**.

Moeller, Dr. **Herm.**, Professor, Privatgelehrter in **Göttingen**, Friedländer Weg 28.

Moewes, Dr. **Franz**, Professor, in **Berlin SW 47**, Großbeerenstr. 27 a.

Molisch, Dr. **Hans**, Hofrat, wirkl. Mitglied der Wiener Akademie der Wissenschaften, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts an der Universität in **Wien VIII**, Zeltgasse 2.

Montfort, Dr. **Camill**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Bonn**, Blücherstr. 35 II.

Mücke, Dr. **Manfred**, in **Erfurt**, Wilhelmstr. 36, I.

Müller, Dr. **Arno**, ständ. Mitarbeiter im Reichsgesundheitsamt in **Berlin-Friedenau**, Retzdorffpromenade 2, II.

Müller, Dr. **Clemens**, in **Berlin W 30**, Rosenheimerstr. 12 I.

Müller, Dr. **Fritz**, Assistent am Botan. Institut der Universität, in **Leipzig**, Johannisallee 16, III.

Müller, Dr. **H. C.**, Professor, Direktor der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen, in **Halle a. S.**, Karlstraße 10.

Müller, Dr. **Karl**, wissenschaftl. Hilfsarbeiter, zweiter Beamter an der Großherzogl. Bad. Landw. Versuchsanstalt in **Augustenberg** bei Durlach, Baden.

Müller, **Lene**, in **Wien XVIII**, Gersthoferstr. 110.

Müller, **Otto**, Inspektor am Botan. Garten in **Straßburg i. E.**

Müller, Dr. **Rudolf**, Professor für Pharmakognosie an der Universität, in **Graz** (Steiermark), Universitätsplatz 4.

Müller-Thurgau, Dr. **Herm.**, Professor und Direktor der Deutschschweizerischen Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädenswil** bei Zürich.

Münch, Dr. **E.**, Forstmeister in **Waldfischbach** (Pfalz).

Muth, Dr. **F.**, Professor in **Oppenheim a. Rh.**

Nahmmacher, Dr. **O.**, Oberlehrer in **Berlin S**, Camphausenstr. 8, I.

Nathansohn, Dr. **Alexander**, Professor, Privatdozent in **Wien**.

Naumann, Dr. **Arno**, Hofrat, Professor, Dozent für Botanik an der Tierärztlichen Hochschule, Assistent am Botanischen Garten und Lehrer für Botanik an der Gartenbauschule, in **.Dresden-A.**, Borsbergstr. 26, I.

Naumann, Dr. **Einar**, Assistent für Hydrobiologie d. Fischereivereins für Südschweden, Bot. Institut der Universität in **Lund** (Schweden).

Neef, Dr. **Fritz**, Assistent am Botan. Institut in **Frankfurt a. M.**

Neger, Dr. **F. W.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Tharandt**, Sachsen.

Nêmec, Dr. **Bohumil**, Professor der Botanik an der Böhmischen Universität in **Prag V**, Slupy 433.

Nestler, Dr. **A.**, Regierungsrat, Professor der Botanik, Vorstand der Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der Deutschen Universität in **Prag II**, Sluper Gründe.

Neumann, Dr. **M. P.**, Vorstand der chemischen Abteilung der Versuchsanstalt für Getreideverwertung in **Berlin N 65**, Seestraße 4a.

Neumayer, Dr. **Hans**, in **Wien I**, Kleeblattgasse 13.

Nevinny, Dr. **Joseph**, Professor in **Innsbruck**, Pharmakol. Institut, Anatomiestr. 1.

Niedenzu, Dr. **F.**, Geh. Reg.-Rat, Professor am Lyceum Hosianum in **Braunsberg** (Ostpreußen).

Niemann, **Gustav**, Mittelschullehrer in **Magdeburg-N.**, Augustastraße 18.

Nienburg, Dr. **Wilhelm**, in **Frohnau** (Mark), Alemannenstraße.

Nilsson, Dr. **Hjalmar**, Professor in **Landskrona** (Schweden).

Nilsson-Ehle, Dr. **H.**; Professor d. Botanik an der Universität in **Lund** (Schwed.).

Noack, Dr. **Konrad**, Assistent am Botan. Institut der Universität Tübingen, in **Lustnau** bei Tübingen, Gartenstr. 377.

Noack, Dr. **Kurt**, Privatdozent, 1. Assistent am Botan. Institut der Universität in **Freiburg i. B.**

Nordhausen, Dr. **Max**, Professor der Botanik in **Marburg a. L.** Botanisches Institut, Wilhelmstr. 32.

Nordstedt, Dr. **O.**, Professor in **Lund**, Kraftstorg 10.

Oehlkers, Dr. **Friedrich** in **München 38**, Menzingerstr. 17.

Oltmanns, Dr. **Friedrich**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik, Direktor der Botanischen Anstalten, Redakteur der „Zeitschrift für Botanik“, in **Freiburg i. B.**, Jakobistraße 23.

Ostenfeld, Dr. **C. H.**, Inspektor des Botanischen Museums in **Kopenhagen O**, Sortedams Dossering 63 A.

Osterwald, **Carl**, Professor am Lessinggymnasium, in **Berlin NW 52**, Spenerstraße 35.

Otto, Dr. **Hermann**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut in **Berlin-Dahlem.**

Overton, Dr. **J. B.**, Professor am Botanical Department der Universität von Wisconsin, in **Madison**, Wisc. (U. S. A.), Science Building.

Paál, Dr. **Árpád**, Assistent d. ung. Versuchs-Station für Pflanzenphysiologie u. Pflanzenpathologie, in **Budapest II.** Debröi-ut 17.

Paeckelmann, **Wolfgang**, Oberlehrer am Gymnasium, in **Barmen**, Mozartstr. 7.

Palla, Dr. **Eduard**, Professor an der Universität, in **Graz**, Schubertstraße 51, Botanisches Institut.

Pammel, **L. H.**, Ph. D., Professor der Botanik an dem Jowa State College of Agriculture in **Ames**, Jowa (U. S. A.).

Pantanelli, Dr. **Enrico**, Wirkl. Oberinspektor für Pflanzenkrankheiten am Landwirtschafts-Ministerium, in **Rom**, Via S. Susanna 13.

Pape, Dr. **Heinrich**, Assistent im Laboratorium für Pflanzenschutz der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Friedenau**, Illstr. 6.

Pascher, Dr. **A.**, Professor der Botanik an der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinbergsgasse 3a.

Patschovsky, Dr. **Norbert**, Assistent am Botan. Institut der Universität, in **Halle a. S.**, Am Kirchtor 1.

Paul, Dr. **Hermann**, Regierungsassessor, Botaniker der Bayerischen Landesanstalt für Moorwirtschaft, in **München**, Hedwigstr. 3.

Pax, Dr. **Ferdinand**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Breslau IX**, Göppertstr. 2.

Pazschke, Dr. **O.**, in **Dresden-N.**, Arndtstr. 6, I.

Pechl, **Kuno**, stud. phil. in **Wien VII**, Neustiftgasse 71/15.

Peirce, Dr. **George James**, Professor of Botany and Plant Physiology an der **Leland Stanford Junior University**, Kalifornien (U. S. A.).

Peklo, Dr. **O. Jaroslav**, Privatdozent an der Böhmischen Universität in **Prag VI**, Slupy 433.

Perkins, Dr. **Janet**, in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Straße 6—8. Botanisches Museum.

Peter, Dr. **A.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens, in **Göttingen**, Wilhelm Weber-Str. 2.

Peters, Dr. **Leo**, Kaiserl. Technischer Rat, Ständiger Mitarbeiter an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, in **Zehlendorf**-Mitte b. Berlin, Cecilienstr. 22.

Peters, Dr. **Theodor**, Oberlehrer in **Braunschweig**, Helmstädterstraße 91, II.

Pfeffer, Dr. **W.**, Geh. Rat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts und Botan. Gartens in **Leipzig**.

Pfeiffer, **Gustav**, Universit.-Assistent, in **Neustadt a. T.** (Böhmen).

Pfeiffer, **Hans**, Lehrer, in **Bremen**, Kölnerstr. 57 I.

Philipps, **W. Reginald**, M. A., D. Sc., Professor am University College in **Bangor** (Wales), England.

Pilger, Dr. **R.**, Professor, Kustos am Botan. Garten, Privatdozent an der Universität und Dozent für Botanik an der Techn. Hochschule zu Charlottenburg, in **Berlin-Steglitz**, Hohenzollernstraße 1.

Pillai, **A. Raman**, stud. rer. nat. aus Trivandrum, Travancore (Indien) in **Göttingen**, Dahlmannstr. 15.

Pirotta, Dr. **R.**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts, in **Rom**, Via Panisperna 89 B.

Plaut, Dr. **Menko**, Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Anhalt, in **Bernburg**, Junkergasse 3.

Polowzow, Dr. **Warwara von**, in **St. Petersburg**, Botan. Laborat. d. Universität.

Porodko, Dr. **Th.**, Privatdozent in **Odessa**, Bot. Institut d. Universität.

Porsch, Dr. **Otto**, Professor an der Universität in **Czernowitz**, Botan. Institut, z. Zt. **Wien XIII, 2** Barchettigasse 24 I.

Portheim, Leopold, Ritter von, Leiter der Biologischen Versuchsanstalt der Akad. der Wissensch. in **Wien II,** Prater, Hauptallee.

Potter, M. C., M. A., Professor der Botanik am Durham College of Science in **Newcastle upon Tyne,** 14 Highbury, West Jesmond.

Poulsen, Dr. **Viggo A.,** Professor für pharmazeutische Botanik an der Universität in **Kopenhagen V,** Rosenvængets Hovedvej 29.

Pringsheim, Dr. **Ernst,** Professor, Privatdozent in **Halle a. S.,** Zietenstr. 18.

Printz, H., Kustos am Museum in **Drontheim.**

Pritzel, Dr. **Ernst,** Professor am Realgymnasium, in **Berlin-Lichterfelde,** Hans-Sachs-Straße 4.

Pulle, Dr. **A.,** Professor der speziellen Botanik und der Pflanzengeographie an der Universität, in **Utrecht** (Holland), Borentzstr. 83.

Puriewitsch, Dr. **Konstantin,** Professor der Botanik an der Universität in **Kiew,** Botanisches Institut, Reiterska 28.

Rabanus, Dr. **Adolf,** Assistent d. Badischen Landw. Versuchsanstalt in **Augustenberg** b. Durlach.

Rabbas, Dr. **P.,** Assistent an der Biolog. Reichsanstalt für Land- u. Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem.**

Radlkofer, Dr. **L.,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität, Direktor des Botanischen Museums (Herbariums), Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **München,** Sonnenstraße 7, I.

Rasch, Dr. **Walter,** wissensch. Hilfsarbeiter an der Reichsgetreidestelle, in **Berlin SW 29,** Bergmannstr. 27.

Rasmuson, Hans, Lic. phil. in **Hilleshög** bei Landskrona (Schweden), Svenske Sockerfabriks Aktiebolaget.

Rawitscher, Dr. **F.,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Freiburg i. B.**

Rehder, Alfred, Assistent am Arnold-Arboretum, in **Jamaica Plain,** Mass. (U. S. A.), 62 Orchard Str.

Rehsteiner, Dr. **Hugo,** Erziehungsrat, in **St. Gallen,** Eschenstr. 1.

Reiche, Dr. **Karl,** Professor der Botanik an der Universität Mexico (Escuela de Altos Estudios) und Sektionschef am Instituto Médico Nacional, in **Mexico,** D. F. Apartado 656.

Reinhardt, Dr. **M. Otto,** Professor, Privatdozent der Botanik, in **Berlin W 50,** Augsburger Str. 9.

Reinitzer, Friedrich, Professor an der Technischen Hochschule in **Graz** (Steiermark).

Reinke, Dr. **Joh.,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens, in **Kiel,** Düsternbrook 17.

Reitler, Dr. **Josef**, Rektor in **Boppard** (Marienberg).

Remer, Dr. **Wilhelm**, in **Landeck** in Schlesien, Villa Sonnenschein.

Renner, Dr. **Otto**, a. o. Professor an der Universität, in **München** Alfonsstr. 11.

Richter, Dr. **Oswald**, Professor für Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Universität, in **Wien XVIII**, Hofstattgasse 15.

Richter, Dr. **P.**, Professor an der Paul-Gerhardt-Schule in **Lübben** in der Lausitz.

Rikli, Dr. **Martin**, Professor, Dozent und Konservator der botanischen Sammlungen am Eidgenössischen Polytechnikum, in **Zürich II**, Brandschenkesteig 12.

Rimbach, Dr. **A.**, Professor der Botanik am Instituto de Agronomía in **Montevideo** (Uruguay).

Rippel, Dr. **August**, 1. Assistent am Agrikulturchemisch.-bakteriolog. Institut der Universität, in **Breslau X**, Matthiasplatz 5.

Riß, Dr. **Marie Marthe**, in **Straßburg i. E.**, Vogesenstr. 47, II.

Robertson, **A. R.**, Lecturer in Botany an der Universität in **St. Andrews**, Schottland.

Rodewald, Dr. **Herm.**, Geh. Regierungsrat, Professor und Direktor des Landwirtschaftlichen Instituts, in **Kiel**, Bartelsallee 20.

Rompel, Dr. **Josef**, S. J., Professor der Naturgeschichte am Jesuitengymnasium zu **Feldkirch** (Vorarlberg).

Rosen, Dr. **Felix**, Professor der Botanik an der Universität, in **Breslau XVI**, Bischofswalde.

Rosenberg, Dr. **O.**, Professor der Botanik an der Universität, in **Stockholm**, Tegnérlunden 4.

Roshardt, Dr. **P. A.**, Gymnasiallehrer in **Stans** (Schweiz).

Ross, Dr. **H.**, Konservator am Botanischen Museum, in **München 38**, Stievestr. 7.

Rößler, Dr. **Wilhelm**, Professor, Oberlehrer in **Charlottenburg**, Spreestraße 15, IV.

Roth, Dr. **Franz**, Oberlehrer, in **Aachen**, Hasselholzer Weg 15.

Rübel, Dr. **E.**, in **Zürich V**, Zürichbergstr. 30.

Rudolph, Dr. **Karl**, Assistent am Deutschen Botanischen Institut der Universität, in **Prag II**, Weinbergsgasse 3a.

Ruhland, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität, in **Tübingen**, Bot. Institut.

Ruttner, Dr. **Franz**, Leiter der Biologischen Station in **Lunz** (Nieder-Österreich).

Rywosch, Dr. **S.**, in **Straßburg i. E.**, Gustav-Klotz-Str. 1.

Saccardo, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua.**

Saida, Dr. **Kotaro**, Professor der Botanik in **Tokio** (Japan), Koisnikawa Doshinmashi Nr. 1.

Saito, Dr. **K.**, in **Dairen** (Dalny), Manchuria, The Central Laboratory of the South Manchuria Railway Co.

Sandt, Walter, stud. rer. nat. in **Löbau** Sa., Mathildenstr. 46.

Saupe, Studienrat Prof. Dr. **A.**, in **Dresden**, Kyffhäuserstraße 17.

Schade, Dr. **A.**, Gymnasiallehrer in **Dresden-A.**, Lindenaustraße 7.

Schaffnit, Dr. **E.**, Professor, Vorsteher der Pflanzenschutzstelle an der Landwirtsch. Akademie in **Bonn-Poppelsdorf**, Nußallee 7.

Schander, Dr. **R.**, Professor, Vorstand der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Landwirtschaft in **Bromberg.**

Schanz, Dr. **Fritz**, San.-Rat, Augenarzt in **Dresden-A.**, Nürnberger Straße 52.

Schellenberg, Dr. **H. C.**, Professor a. d. Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich V**, Hofstraße 63.

Schenck, Dr. **Heinrich**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens, in **Darmstadt**, Nikolaiweg 6.

Scherffel, Aladár, in **Igló**, Zips, Ober-Ungarn.

Schiemann, Dr. **Elisabeth**, Assistentin am Institut für Vererbungsforschung der Landw. Hochschule, in **Potsdam**, Luckenwalder Straße 4.

Schikorra, Dr. **Georg**, Ständiges Mitglied des städtischen Untersuchungsamts für hygienische und gewerbliche Zwecke, in **Berlin-Wilmersdorf**, Wilhelmsaue 18, II.

Schikorra, Dr. **W.**, Pflanzenzuchtabteilung der Landwirtschaftskammer für die Provinz Westpreußen, in **Danzig**, Hundegasse 21.

Schilling, Dr. **Aug. Jg.**, Professor, Privatdozent an der Technischen Hochschule, in **Darmstadt**, Heinrichwingertsweg 55.

Schilling, Dr. **Ernst**, Assistent am Institut für Warenkunde der Handelshochschule, in **Mannheim** C 8, 3.

Schindler, Dr. **Bruno**, in **Grünberg** i. Schl.

Schinz, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Museums der Universität, in **Zürich V**, Seefeldstraße 12.

Schips, Dr. **Martin**, in **Schwyz** (Schweiz).

Schlicke, Dr. **A.**, Oberlehrer am Friedrichs-Werderschen Gymnasium, in **Berlin NW. 21**, Bochumer Straße 8 B.

Schlumberger, Dr. **O.**, Assistent an der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem.**

Schmid, Dr. **Günther**, Assistent am Botan. Institut der Universität, in **Jena**, Kasernenweg 11.

Schmidt, Dr. **Ernst**, in **Hannover**, am Schatzkamp 32, III.

Schmied, Dr. **Hubert**, in **Post Hadersdorf-Weidlingau** b. Wien.

Schneider, Dr. **Fritz**, in **Klein-Wanzleben** b. Magdeburg, Zuckerfabrik.

Schneider, Dr. **J. M.**, in **Altstaetten**, Kt. St. Gallen, Schweiz.

Schober, Dr. **Alfred**, Professor, Schulrat für das höhere Schulwesen in **Hamburg 24**, Lerchenfeld 7.

Schönau, Dr. **Karl von**, Kustos am Kryptogamanenherbar in **München**, Lachnerstr. 2, I, r.

Schönland, Dr. **S.**, Curator of the Albany Museum in **Grahamstown**, Südafrika (Kapkolonie).

Schorler, Dr. **Bernhard**, Professor, Oberlehrer und Kustos des Herbariums der Technischen Hochschule, in **Dresden-A.**, Krenkelstr. 34.

Schottländer, Dr. **Paul**, Fideikommißbesitzer in **Wessig** bei Klettendorf.

Schrenk, **Hermann von**, B. S., A. M., Ph. D., Botanical Garden in **St. Louis**, Mo. (U. S. A.).

Schröder, Dr. **Bruno**, Lehrer, in **Breslau VII**, Sadowastraße 88, II.

Schroeder, Dr. **Dominicus**, Assistent an der Versuchsstation für Pflanzenschutz, in **Halle a. S.**, Goethestr. 21.

Schroeder, Dr. **Henry**, Professor an der Universität, Abteilungsvorsteher am Botanischen Institut, in **Kiel**, Hohenbergstr. 20.

Schrodt, Dr. **Jul.**, Professor, Realschuldirektor a. D. in **Gardelegen.**

Schröter, Dr. **C.**, Professor der Botanik an der Eidgen. Technischen Hochschule, in **Zürich V**, Merkurstraße 70.

Schube, Dr. **Theodor**, Professor, Oberlehrer, in **Breslau VIII**, Clausewitz-Straße 5.

Schüepp, Dr. **Otto**, Privatdozent a. d. Universität Basel, in **Reinach** (Baselland), Bruderholzstr. 232.

Schürhoff, Dr. **Paul N.**, Leiter der Chemischen Fabrik von Th. Teichgräber A.-G., in **Berlin SW 61**, Wilmstr. 1.

Schütt, Dr **Franz**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und Museums in **Greifswald.**

Schulow, Dr. **Iwan**, Professor in **Moskau**, Landwirtsch. Hochschule.

Schultz, **Richard**, Oberlehrer in **Sommerfeld**, Reg.-Bez. Frankfurt a. O., Pförtner Straße 13.

Schulz, Dr. **A.**, Professor, Privatdozent der Botanik, in **Halle a. S.**, Albrechtstraße 10.

Schulz, **Hermann**, Lehrer, in **Cassel**, Rothenditmolder Str. 14.

Schumacher, **F.**, Lehrer, in **Charlottenburg**, Mommsenstr. 53.

Schussnig, Dr. **Bruno**, Assistent für Botanik an der Zoologischen Station in Triest, z. Zt. **Wien III**, Rennweg 14, Bot. Institut.

Schwarz, Dr. **Frank**, Geh. Reg.-Rat, Professor der Botanik an der Forstakademie, in **Eberswalde**, Neue Schweizer Straße 21.

Schwarze, Dr. **Curt**, wissenschaftl. Hilfsarbeiter am Institut für allgemeine Botanik in **Hamburg**.

Schwede, Dr. **Rudolf**, a. o. Professor für Botanik an der Technischen Hochschule, in **Dresden-A.**, Gutzkowstr. 28.

Schweinfurth, Dr. **Georg**, Professor, in **Berlin-Schöneberg**, Kaiser-Friedrich-Straße 8.

Seckt, Dr. **Hans**, Profesor del Instituto Nacional del Profesorado Secundario in **Buenos Aires** (Argentinien), Belgrano, Superí 1830.

Seeliger, Dr. **Rud.**, Assistent a. d. Biol. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 19.

Selmons, **Maximilian**, in **Berlin-Friedenau**, Wielandstr. 12.

Senft, **Emanuel**, Mag. Pharmac. Dozent, Oberinspektor und Abteilungsleiter an der Landw.-chem. Versuchsstation, in **Wien II**, Schüttelstr. 71.

Senn, Dr. **Gustav**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens, in **Basel**, Schönbeinstr. 6.

Sernander, Dr. **Rutger**, Professor der Botanik in **Uppsala**.

Seydel, Dr. **Richard**, auf Farm **Nudis** bei Kubas (Südwestafrika).

Shibata, Dr. **K.**, Professor in **Tokio** (Japan), Koishikawa, Kobinata-daimachi I, 1.

Shull, Dr. **Geo. H.**, Professor der Botanik und Entwickelungslehre an der Universität in **Cold Spring Harbour** N. J. (U. S. A.).

Sieben, **Hubert**, Techniker am Botan. Institut der Universität in **Bonn**.

Sierp, Dr. **Hermann**, Privatdozent f. Botanik an d. Universität, in **Tübingen**, Oesterberg 2.

Simon, Dr. **Joseph**, Professor, 1. Assistent am Botan. Garten, in **Dresden-A.**, Stübelallee 2.

Simon, Dr. **Siegfried**, Professor, Privatdozent für Botanik, in **Göttingen**, Nikolausberger Weg 53.

Singer, Dr. **Max**, Professor am Deutschen Staats-Gymnasium in **Prag**, Königliche Weinberge.

Skene, **Macgregor**, B. Sc., Botanical Department, The University in **Aberdeen**, Schottland.

Snell, Dr. **Karl**, in **Berlin-Steglitz**, Lindenstr. 12.

Solereder, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Erlangen**, Botan. Garten.

Sonder, Dr. **Chr.**, Apothekenbesitzer in **Oldesloe** (Holstein).

Späth, Dr. **Hellmut**, Baumschulenbesitzer in **Berlin-Baumschulenweg**, Späthstr. 1.

Sperlich, Dr. **Adolf**, a. o. Professor der Botanik an der Universität, in **Innsbruck**, Kaiser-Wilhelm-Str. 16.

Spieckermann, Dr. **A.**, Professor, Vorsteher der Bakteriologischen Abteilung der Versuchsstation, in **Münster i. W.**, Wilhelmstr. 1.

Spinner, Dr. **Henri**, Professor der Botanik an der Universität, in **Neuchâtel** (Schweiz), Botan. Institut.

Spisar, Dr. **Karl**, Direktor der Landw. Landesversuchsanstalt in **Brünn** (Mähren).

Staehelin, Dr. **Markus**, in **Basel**, Rheinfelderstr. 33.

Stahl, Dr. **Ernst**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Jena.**

Stameroff, Dr. **Kyriak**, Dozent der Botanik an der Universität zu **Odessa**, Puschkinskajastr. 8; Wohnung 15.

Stark, Dr. **Peter**, Privatdozent a. d. Universität, in **Leipzig**, Botan. Institut, Linnéstraße 1.

Steinbrinck, Dr. **C.**, Professor am Realgymnasium in **Lippstadt.**

Steiner, **Rudolf**, Gymnasialprofessor, in **Prag II**, Stephansgasse 20.

Stern, Dr. **Kurt**, in **Charlottenburg**, Schlüterstr. 37.

Steyer, Dr. **Karl**, Professor, Oberlehrer, Leiter der Staatlichen Pflanzenschutzstelle und Konservator des Naturhist. Museums, in **Lübeck**, Fritz Reuter-Str. 1.

Stiefelhagen, Dr. **Heinz**, in **Weißenburg i. E.**

Stoklasa, Dr. **Julius**, Hofrat, Professor und Direktor der Chemisch-Physiologischen Versuchsstation der Böhmischen Technischen Hochschule, in **Prag**, Villa Gröbe.

Stomps, Dr. **Th.**, Professor an der Universität in **Amsterdam.**

Stoppel, Dr. **Rose**, in **Hamburg**, Institut für allgemeine Botanik.

Straszewski, **Heinrich v.**, in **München**, Luisenstr. 45, II.

Strauß, **H. C.**, Obergärtner am Botanischen Garten in **Berlin-Dahlem.**

Strecker, Dr. **Emil**, Gymnasiallehrer, in **Iglau** (Mähren), Frauengasse 12.

Strigl, Dr. **Max**, Professor am Collegium Petrinum in **Enns**, Oberösterreich.

Suchlandt, Dr. **Otto**, Apotheker in **Davos** (Schweiz), Rhätische Apotheke.

Svedelius, Dr. **Nils Eberhard**, Professor der Botanik an der Universität, in **Uppsala** (Schweden), Botan. Institut.

Szücs, Dr. **Joseph**, in **Magiar-Ovar** (Ungarn), Pflanzenphysiolog. Versuchsanstalt.

Tahara, Dr. **M.**, in **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

Tanaka, Dr. **Ch.**, Professor der Botanik an der Hochschule für Seidenbau und Spinnerei in **Uyeda**, Schinano (Japan).

Ternetz, Dr. **Charlotte**, in **Basel**, Feldbergstr. 118.

Tessendorff, **Ferdinand**, Oberlehrer am Helmholtz-Realgymnasium zu Schöneberg, in **Berlin-Steglitz**, Grillparzerstraße 16.

Thomas, Dr. **Eduard**, Landesrat, in **Wien IX/4**, Alsenbachstr. 13/I/4.

Thoms, Dr. **Hermann**, Geh. Regierungsrat, Professor, Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität zu Berlin, in **Berlin-Steglitz**, Hohenzollernstr. 6.

Thost, Dr. **R.**, in **Berlin-Lichterfelde-Ost**, Wilhelmstr. 27.

Thum, Dr. **Emil**, Realschulprofessor in **Rosenthal I**, 270 bei Reichenberg (Böhmen).

Tiesenhausen, Dr. **Manfred**, **Freiherr von**, Assistent am Kaiser-Wilhelms-Institut in **Bromberg**.

Tiegs, Dr. **E.**, Wissensch. Hilfsarbeiter an der Landesanstalt für Wasserhygiene zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Bismarckstrasse 66.

Timpe, Dr. **H.**, Oberlehrer, in **Hamburg-Eimsbüttel**, Am Weiher 29.

Tischler, Dr. **Georg**, Professor der Botanik und Direktor d. Botan. Instituts und Gartens an der Landw. Hochschule in **Hohenheim** (Württemberg.)

Tjebbes, Dr. **K.**, in **Huizen**, N.-H. (Holland).

Tobler, Dr. **Friedrich**, a. o. Professor der Botanik und Abteilungsvorsteher am Botanischen Institut der Universität, in **Münster i. W.**, Langenstraße 17.

Tobler-Wolff, Dr. **Gertrud**, in **Münster i. W.**, Langenstr. 17.

Tokugawa, Dr. **Y.**, Marquis, in **Tokio**, Azabu, Fujimicho 33.

Toni, Dr. **G. B. de**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens, Lauréat de l'Institut de France, Herausgeber der „Nuova Notarisia“, in **Modena**.

Tröndle, Dr. **Artur**, Privatdozent a. d. Universität, in **Zürich 7**, Höhenweg 16.

Trow, Dr. **A. H.**, Professor der Botanik am University College of South-Wales and Monmouthshire, in **Penarth**, Cardiff, 50 Clive Place.

Tschermak, Dr. **Erich**, **Edler v. Seysenegg**, Professor der Pflanzenzüchtung an der Hochschule für Bodenkultur, in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17.

Tschirch, Dr. **Alexander**, Professor der Pharmakognosie, pharmazeutischen und gerichtlichen Chemie, Direktor des Pharmazeutischen Instituts der Universität in **Bern**.

Tswett, Dr. **Michael**, Professor am Polytechnischen Institut, in **Warschau**, Mokotowska 9.

Tubeuf, Dr. **Carl**, **Freiherr von**, Regierungsrat, Professor der Anatomie, Physiologie und Pathologie der Pflanzen an der Universität, in **München**, Habsburger Str. 1.

Tunmann, Dr. **Otto**, Professor der Pharmakognosie, Direktor der Pharmakognostischen Instituts der Universität, in **Wien I.**

Tuzson, Dr. **J.**, Professor der systematischen Botanik und Pflanzengeographie an der Universität, in **Budapest VIII**, Mehmed Sultán ut 4/a II.

Ubisch, Dr. **Gerta von**, Assistentin am Institut für Vererbungsforschung, in **Potsdam**, Marienstr. 14b.

Urban, Dr. **Ign.**, Geh. Regierungsrat, Professor, in **Berlin-Lichterfelde-W**, Asternplatz 2.

Ursprung, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik an der Universität, in **Freiburg** (Schweiz), Botanisches Institut.

Vierhapper, Dr. **Friedrich**, Professor, Privatdozent an der Universität und Honorardozent an der Tierärztlichen Hochschule, in **Wien III/4**, Fasangasse 38.

Voigt, Dr. **Alfred**, Professor, Direktor des Instituts für angewandte Botanik, in **Hamburg 24**, Wandsbeker Stieg 13.

Volkart, Dr. **A.**, Vorstand der Eidgenössischen Samenuntersuchungs- und Versuchsanstalt in **Oerlikon** b. Zürich.

Voß, Dr. **Godo**, Assistent an der Pflanzenzuchtschutzstelle der Landw. Akademie in **Bonn-Poppelsdorf**, Nuß-Allee 7, z. Zt. **Berlin-Schlachtensee**, Victoriastr. 4.

Voß, Dr. **W.**, Oberlehrer, in **Itzehoe** (Holstein), Friedrichstr. 45.

Votsch, Dr. **Wilhelm**, Oberlehrer, in **Delitzsch**, Eilenburger Str. 4.

Vouk, Dr. **Vale**, Professor für Botanik, Direktor d. Botan. Gartens und des Bot.-physiol. Instituts der Franz Joseph-Universität in **Agram** (Zagreb), Kroatien.

Wächter, Dr. **Wilhelm**, Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft, in **Berlin-Steglitz**, Düntherstr. 5, p.

Wager, **Harold**, Inspector of Science Schools for the Science and Art Department in London, in **Leeds** (England), Horsforth Lane, Far Headingley.

Wagner, Dr. **Adolf**, Professor der Botanik an der Universität, in **Innsbruck**, Feldgasse 14.

Wahl, Dr. **Carl von**, Bad. Versuchsanstalt Augustenberg bei **Durlach** (Baden), Moltkestr. 9.

Wangerin, Dr. **W.**, Dozent an der Technischen Hochschule, in **Danzig-Langfuhr**, Kastanienweg 7.

Warburg, Dr. **O.**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Lehrer am Orientalischen Seminar, in **Berlin W**, Uhlandstraße 175.

Weber, Dr. **C. A.**, Professor, in **Bremen**, Friedrich-Wilhelm-Str. 24.

Weber, Dr. **Friedl**, Assistent am Pflanzenphysiol. Institut, in **Graz**, Schubertstr. 53.

Weese, Josef, Professor, in **Wien VII/2**, Neustiftgasse 36a/13.

Wehmer, Dr. **C.**, o. Honorarprofessor an der Technischen Hochschule, Vorstand des Bakteriologischen Laboratoriums des Technisch-Chemischen Instituts, in **Hannover**, Alleestraße 35.

Wehrhahn, W., Lehrer in **Hannover**, Im Moore 26.

Weis, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Kopenhagen.**

Weiß, Dr. **Fr. E.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanical Laboratory of the Owens College in **Manchester.**

Weiße, Dr. **Arthur**, Professor, Studienrat, in **Zehlendorf** (Wannseebahn) bei Berlin, Annastr. 11.

Went, Dr. **F. A. F. C.**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Utrecht** (Holland).

Werth, Dr. **Emil**, Professor, ständ. Mitarbeiter a. d. Biolog. Reichs-Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Wilmersdorf**, Binger Str. 17.

Westling, Dr. **R.**, Laborator am Pharmazeutischen Institut, in **Stockholm**, Vallingsgatan 26.

Wettstein, Fritz, in **Wien III/3**, Rennweg 14.

Wettstein, Dr. **Richard**, **Ritter von Westerheim**, Hofrat, Professor und Direktor des Botan. Gartens und Museums der Universität Wien, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Herausgeber der Österreichischen botan. Zeitschrift, in **Wien III**, Rennweg 14.

Wetzel, **Curt**, Seminaroberlehrer, in **Schneeberg i. Sa.**, Fürstenplatz 21 II.

Wiedersheim, Dr. **Walther**, in **Hemigkofen-Nonnenbach** a. Bodensee (Württemberg).

Wieler, Dr. **A.**, Professor, Dozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Aachen**, Nizza-Allee 71.

Wilhelm, Dr. **K.**, Professor der Botanik an der Hochschule für Bodenkultur, in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17 (Türkenschanze).

Willis, John C., Direktor des Bot. Gartens in **Rio de Janeiro.**

Wilson, William Powell, Director of the Philadelphia Commercial Museum in **Philadelphia** (U. S.-A.).

Wimmer, Dr. **Christian,** Assistent am Pharmakognost. Institut der Universität in **Wien.**

Windel, Dr. **Erich,** in **Dresden-A.,** Sächsisches Serumwerk und Institut f. Bakteriotherapie, Löbtauerstr. 46.

Winkelmann, Dr. **J.,** Professor, in **Stettin,** Pölitzer Straße 85, III.

Winkler, Dr. **Hans,** Professor, Direktor des Botan. Gartens und des Instituts für allgemeine Botanik, in **Hamburg,** Woldsenweg 12.

Wirtgen, Ferd., Rentner in **Bonn,** Niebuhrstr. 55.

Wislouch, Dr., Privatdozent der Botanik an der Medizinischen Frauenhochschule in **St. Petersburg.**

Wißmann, Apotheker, in **Geisenheim** (Rheingau), Landstr. 47.

Wittmack, Dr. **L.,** Geheimer Regierungsrat, Ord. Honorarprofessor an der Universität, in **Berlin NW,** Platz am Neuen Tor 1.

Wlissidis, Dr. **Thr.,** in **Wien XVIII,** Weinhausergasse 5/4.

Włodek, Dr. **Johann von,** in **Krakau** (Galizien), Pedzichów-boczna 5.

Wollenweber, Dr. **H. W.,** Mitglied des Forschungsinstituts für Kartoffelbau in **Berlin-Steglitz,** Lindenstr. 12. Wohnung: **Zehlendorf (Wsb.)** b. Berlin, Machnower Straße 6.

Wortmann, Dr. **J.,** Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor der Versuchs- und Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu **Geisenheim a. Rh.**

Wulff, Dr. **Eugen,** in **Moskau,** Sretenka. M. Golowin pereulok 5.

Yamanouchi, Dr. **Shigeo,** Prof. of Botany, the University of **Chicago** Ill. (U. S. A.)

Yapp, R. H., Professor am University College in **Aberystwyth** (Wales).

Zahlbruckner, Dr. **A.,** Direktor der Botanischen Abteilung des Naturhistor. Hofmuseums, in **Wien I,** Burgring 7.

Zander, A., Professor, Oberlehrer am Bismarck-Gymnasium, in **Berlin-Halensee,** Westfälische Straße 59, III.

Ziegenspeck, Dr. **Hermann,** in **Tübingen,** Hygien. Institut.

Zikes, Dr. **Heinrich,** Privatdozent an der Universität, Professor und Direktorstellvertreter an der Österr. Akademie für Brauindustrie, in **Wien IX,** Währingerstr. 41.

Zimmermann, Dr. **Albrecht,** Professor, Botaniker an der Biologischen Station **Amani,** Poststation Tanga (Ostafrika).

Zollikofer, Dr. **Clara,** in **Zürich I,** Obere Zäune 4.

Verstorben.

Engler, Dr. **V.**, in **Breslau.** Im Kriege gefallen am 14. Mai 1917.

Hagen, Dr. **J.**, Bezirksarzt in **Trondhjem.** Verstarb am 8. Juni 1917.

Roth, Dr. **Ernst**, Professor, Oberbibliothekar der Universitätsbibliothek in **Halle a. S.** Verstarb am 5. September 1918.

de Candolle, **Casimir**, in **Genf.** Verstarb am 3. Oktober 1918.

Koehne, Dr. **E.**, Professor, in **Berlin - Friedenau.** Verstarb am 12. Oktober 1918.

Klebs, Dr. **Georg**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Heidelberg.** Verstarb am 14. Oktober 1918.

Kraus, Dr. **C.**, Geh. Hofrat, Professor an der Techn. Hochschule in **München.** Verstarb am 16. Oktober 1918.

Thomas, Dr. **Fr.**, Professor, emerit. Oberlehrer am Gymnasium Gleichense in **Ohrdruf.** Verstarb am 19. Dezember 1918.

Raatz, Dr. **Wilhelm**, Botaniker an der Zuckerfabrik **Klein-Wanzleben.** Verstarb am 4. März 1919.

Mikosch, Dr. **C.**, Professor an der Deutschen Technischen Hochschule in **Brünn.** Verstarb am 2. Mai 1919.

Schwendener, Dr. **Simon**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Ehrenpräsident der Deutschen Botanischen Gesellschaft in **Berlin.** Verstarb am 27. Mai 1919.

Register zu Band XXXVI.

I. Geschäftliche Mitteilungen.

Seite

Sitzung vom 25. Januar 1918 1

(Adresse zum 70. Geburtstage des Herrn Geh. Rat Prof. Dr. I. URBAN. Dankschreiben des Herrn URBAN.)

Sitzung vom 22. Februar 1918 49

(Mitteilung über ein Dankschreiben der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. für die ihr gewidmete Adresse zur Jahrhundertfeier.

Adresse zum 70. Geburtstage des Herrn Prof. Dr. E. KOEHNE. — Adresse zum 70. Geburtstage des Herrn Prof. Dr. HUGO DE VRIES.

Mitteilung des Herrn MELCHIOR über Verstopfung der Spaltöffnungen bei *Clivia nobilis* 53

Mitteilung über den 89. Geburtstag des Herrn Geh. Rat Prof. Dr. S. SCHWENDENER.) 53

Sitzung vom 28. März 1918 102

(Einladung zur Generalversammlung in Hamburg 101

Antwort Prof. DE VRIES auf die Glückwunschadresse 102

Bericht Herrn BUDERs über

1. Bakteriospektrogramme von Purpurbakterien 103
2. Die Inversion des Phototropismus bei *Phycomyces*. (Mit 2 Textfig.) 104

Bericht des Herrn LINDNER über *Bacterium xylinum*.) 106

Sitzung vom 26. April 1918 181

(Herr P. LINDNER demonstriert Präparate und berichtet über den mikroskopischen Nachweis von Fett in Aleuron- und Keimlingsgeweben; 181

ferner über Plasmodesmen in den Zellwänden der Aleuronschicht 182

Herr LINDNER regt an, Neuerscheinungen der Literatur den Teilnehmern vorzulegen.) 183

Sitzung vom 31. Mai 1918 234

(Notiz über Verlegung des Termins der Generalversammlung.) 233

Sitzung vom 28. Juni 1918 301

(Adresse zum 70. Geburtstage des Herrn Geh. Rat. Prof. Dr. E. STAHL 301

Dankschreiben des Herrn STAHL.) 303

Sitzung vom 26. Juli 1918 381

Seite
Sitzung vom 25. Oktober 1918 443
(Mitteilung über Einschränkung der Berichte 444
Mitteilung über die Wahl der Vorsitzenden, Schriftführer und der Kommissionen für 1919.) 445
Sitzung vom 29. November 1918 541
Sitzung vom 27. Dezember 1918 633
(Mitteilung über die Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und des Ausschusses für 1919 634
Adresse an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. P. FALKENBERG zu seinem 70. Geburtstage) 634
Bericht über die am 23. September in Hamburg abgehaltene 32. Generalversammlung . . . . (1)
Rechnungsablage für das Jahr 1917 . . . . (7)
Verzeichnis der Pflanzennamen . . . . (139)
Mitgliederliste . . . . (162)

2. Nachrufe.

Paul Kuckuck von R. PILGER . . . . (63)
Max Munk von H. SCHROEDER . . . . (71)
Emil Koehne von H. HARMS (mit Bildnis) . . . . (73)
Georg Klebs von ERNST KÜSTER (mit Bildnis) . . . . (90)
Carl Kraus von L. KIESSLING . . . . (117)
Friedrich Thomas von H. HARMS (mit Bildnis) . . . . (122)
Victor Engler von HUBERT WINKLER . . . . (137)

3. Wissenschaftliche Mitteilungen.

Bachmann, E.: Neue Flechtengebilde. (Mit Taf. III.) 150
— — Wie verhalten sich Holz- und Rindenflechten beim Übergang auf Kalk? (Mit 12 Abb. im Text.) 528
Baumgärtel, Otto: Chromatische Fixierung. (Mit 1 Textfig.) 318
Baur, Erwin: Über eine eigentümliche mit absoluter Koppelung zusammenhängende Dominanzstörung 107
Bezssonof, N.: Über die Bildung der Fruchtkörper des *Penicillium glaucum* in konzentrierten Zuckerlösungen. (Mit Taf. IV.) 225
— — Über das Wachstum der Aspergillaceen und anderer Pilze auf stark zuckerhaltigen Nährböden 646
Blum, G.: Siehe URSPRUNG. . . . . 577 u. 599
Derschau, M. v.: Über disperme Befruchtung der Antipoden bei *Nigella arvensis*. (Mit Taf. VI.) 260
Diels, L.: Das Verhältnis von Rhythmik und Verbreitung bei den Perennen des europäischen Sommerwaldes. (Mit 5 Abb. im Text.) . . . 337
Dittrich, G.: Über Vergiftungen durch Pilze der Gattungen *Inocybe* und *Tricholoma* 456
Figdor, Wilhelm: Zur Kenntnis des Regenerationsvermögens von *Crassula multicava* Lem. (Mit Taf. V.) 241

Seite

Gertz, Otto: Über einige durch schmarotzende *Cuscuta* hervorgerufene Gewebeveränderungen bei Wirtspflanzen 62

Gockel, A.: Siehe Ursprung 184

Harms, H.: Über die Geschlechtsverteilung bei *Dryas octopetala* L nach Beobachtungen im Kgl. Botan. Garten Berlin-Dahlem. (Mit 1 Abb. im Text und Taf. X) 292

Höfler, Karl: Permeabilitätsbestimmung nach der plasmometrischen Methode. (Mit 1 Abb. im Text.) 414

— — Über die Permeabilität der Stengelzellen von *Tradescantia elongata* für Kalisalpeter. (Mit 1 Abb. im Text.) 423

Höhnel, F. von: Über die Gattung *Leptosphaeria* Ces. et de Not. 135

— — Über die Gattungen *Schenckiella* P. Henn. und *Zukaliopsis* P. Henn. 305

— — Dritte vorläufige Mitteilung mycologischer Ergebnisse (Nr. 201—304) 309

— — Über Discomyceten vortäuschende Microthyriaceen 465

— — Über den Zusammenhang von *Meliola* mit den Microthyriaceen . 471

Jahn, E.: Myxomycetenstudien. 9. Bemerkungen über einige seltene oder neue Arten. (Mit Taf XVIII.) 660

Kalt, B. und **Schulz, A.:** Über Rückschlagsindividuen mit Spelzweizeneigenschaften bei Nacktweizen der Emmerreihe des Weizens . 669

Klebahn, H.: Aus der Biologie der Askomyzeten. (Mit 17 Abb. im Text.) (47)

Kolkwitz, R.: Über die Schwefelbakterien-Flora des Solgrabens von Artern 218

— Plankton und Seston. II 574

— — Über die Standorte der Salzpflanzen. — II. *Plantago maritima*. (Mit 1 Abb. im Text.) 636

Küster, Ernst: Über Mosaikpanaschierung und vergleichbare Erscheinungen 54

— — Über Vakuolenteilung und grobschaumige Protoplasten. (Mit 3 Textabb.) 283

Kylin, Harald: Über die Fucosanblasen der Phaeophyceen. (Mit 2 Abb. im Text.) 10

Lehmann, Ernst: Über die minimale Belichtungszeit, welche die Keimung der Samen von *Lythrum Salicaria* auslöst 157

— — Die Pentasepalie in der Gattung *Veronica* und die Vererbungsweise der pentasepalen Zwischenrassen. (Mit 2 Abb. im Text) . . . (28)

Lingelsheim, Alexander: Über das Auftreten von Palisadenparenchym an der Unterseite bifacialer Blätter 485

— — und **Schröder, Bruno:** *Hildenbrandia rivularis* (Liebmann) Bréb. und *Pseudochantransia chalybaea* (Lynbg.) Brand aus dem Gouvernement Suwalki. (Mit 1 Textabb. und Taf. VIII.). 271

Magnus, Werner: Wund-Callus und Bakterien-Tumore 20

Meyer, Arthur: Die angebliche Fettspeicherung immergrüner Laubblätter 5

— — Das Assimilationssekret von *Vaucheria terrestris* 235

— — Die Beziehung zwischen Eiweiß- und Säurebildung in Laubblättern 508

Meyer, Fritz Jürgen: Der Generationswechsel als Wechsel verschiedener Morphoden 381

Möbius, M.: Merkwürdige Zeichnungen auf Marantaceenblättern. (Mit Tafel VII und 1 Textabb.) 263

— — Merkwürdige Zeichnungen auf Marantaceenblättern. Zweiter Teil. (Mit Taf. XI.) 323

Seite

Molisch, Hans: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 10 u. 11. (Mit Taf. IX.) 277

— — Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 12 u. 13. (Mit Taf. XV.) 474

Nienburg, Wilhelm: Über phototropische Krümmungen an längsseitig zum Teil verdunkelten *Avena*-Koleoptilen. (Mit 3 Abb. im Text.) 491

Pascher, A.: Über die Beziehung der Reduktionsteilung zur Mendelschen Spaltung 163

— — *Oedogonium*, ein geeignetes Objekt für Kreuzungsversuche an einkernigen, haploiden Organismen 168

— — Über diploide Zwerggenerationen bei Phaeophyceen (*Laminaria saccharina*). (Mit 3 Abb. im Text.) 246

— — Amoeboide Stadien bei einer Protococcale, nebst Bemerkungen über den primitiven Charakter nicht festsitzender Algenformen. (Mit 8 Abb. im Text.) 253

— — Über amoeboide Gameten, Amoebozygoten und diploide Plasmodien bei einer Chlamydomonadine. (Mit 13 Abb. im Text.) 352

— — Über die Myxomyceten. (Mit 15 Abb. im Text.) 359

— — Von einer allen Algenreihen gemeinsamen Entwickelungsregel. (Mit 13 Abb. im Text.) 390

Patschovsky, Norbert: Über Nachweis, Lokalisierung und Verbreitung der Osalsäure (gelösten Oxalate) im Pflanzenorganismus. (Mit 3 Abb. im Text.) 542

Pringsheim, Ernst G.: Die Kultur der Desmidiaceen. (Vorläufige Mitteilung.) 482

Pritzel, E.: *Basedowia*, eine neue Gattung der Compositen aus Zentral-Australien. (Mit Taf. XII.) 332

Renner, O.: Versuche zur Mechanik der Wasserversorgung 172

— — Bemerkungen zu der Abhandlung von HUGO DE VRIES: Kreuzungen von *Oenothera Lamarckiana mut. velutina* 446

Rippel, August: Semipermeable Zellmembranen bei Pflanzen 202

Rodewald, H.: Der Vegetationsversuch 199

Schanz, Fritz: Einfluß des Lichtes auf die Gestaltung der Vegetation. (Mit 7 Abb. im Text.) 619

Schröder, Bruno: Siehe LINGELSHEIM 271

— — Die Vegetationsverhältnisse der Schwebepflanzen im Schlawasee. (Mit 2 Abb. im Text.) 648

Schroeder, H.: Der Chemismus der Kohlensäureassimilation im Lichte neuer Arbeiten (9)

Schulz, A.: Abstammung und Heimat des Roggens 39

— — Abstammung und Heimat des Rispenhafers und des Fahnenhafers (*Avena diffusa* Neilr. und *A. orientalis* Schreb.) 229

— — Über das Vorkommen von Halophyten in Mitteldeutschland auf kochsalzfreiem Boden 410

— — *Lathyrus montanus* Bernh. mit verkümmertem Oberblatt 572

— — Siehe KALT 669

Stomps, Theo, J.: Sproßbecher von *Oenothera*. (Mit Taf. XIII u. XIV.) 384

Tischler, G.: Untersuchungen über den Riesenwuchs von *Phragmites communis* var. *Pseudodonax*. (Mit Taf. XVII.) 549

Urban, Ign.: Über zwei Euphorbiaceen-Gattungen. (Mit Taf. XVI.) 501

Seite

Ursprung, A.: Über die Absorptionskurve des grünen Farbstoffes lebender Blätter. (Mit 2 Textfig.) 73
— — Über die Bedeutung der Wellenlänge für die Stärkebildung. (Mit 4 Abb. im Text u. Taf. I.) 86
— — Energiekurven des vom Farbstoff grüner Blätter absorbierten Lichtes. (Mit 4 Abb. im Text.) 111
— — Über das Vorhandensein einer photochemischen Extinktion beim Assimilationsprozeß. (Mit 2 Abb. im Text.) 122
— — Über den Einfluß der Erwärmung auf die Wasseraufnahme untergetauchter Sprosse 514
— — und **Blum, G.:** Zur Kenntnis der Saugkraft II. (Mit 1 Abb. im Text.) 577
— — u. — — Besprechung unserer bisherigen Saugkraftmessungen. (Mit 2 Abb. im Text.) 599
— — und **Gockel, A.:** Über Ionisierung der Luft durch Pflanzen 184
Vries, Hugo de: Halbmutanten und Massenmutationen 198
Wangerin, Walther: Die pflanzengeographische Bedeutung der Verbreitungsgrenze von Buche und Fichte für das nordostdeutsche Flachland 559
Wehmer, C.: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen. 4. Die Wirkung des Gases auf das Wurzelsystem von Holzpflanzen; Ursache der Gaswirkung. (Mit Taf. II und 5 Abb. im Text.) 140
— — Leuchtgaswirkung auf Pflanzen. 5. Wirkung auf Holzpflanzen; Blausäure als schädlichster Gasbestandteil 460
Zollikofer, Clara: Über das geotropische Verhalten entstärkter Keimpflanzen und den Abbau der Stärke in Gramineen-Koleoptilen 30

Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I zu **A. Ursprung,** Erklärung auf Seite 100.
Tafel II zu **C. Wehmer,** Erklärung auf Seite 149.
Tafel III zu **E. Bachmann,** Erklärung auf Seite 156.
Tafel IV zu **N. Bezssonof,** Erklärung auf Seite 228.
Tafel V zu **Wilhelm Figdor,** Erklärung auf Seite 246.
Tafel VI zu **M. v. Derschau,** Erklärung auf Seite 262.
Tafel VII zu **M. Möbius,** Erklärung auf Seite 270.
Tafel VIII zu **Alexander Lingelsheim** u. **Bruno Schröder,** Erklärung auf Seite 276.
Tafel IX zu **Hans Molisch,** Erklärung auf Seite 282.
Tafel X zu **H. Harms,** Erklärung auf Seite 292.
Tafel XI zu **M. Möbius,** Erklärung auf Seite 331.
Tafel XII zu **E. Pritzel,** Erklärung auf Seite 336.
Tafel XIII zu **Theo J. Stomps,** Erklärung auf Seite 390.
Tafel XIV zu **Theo J. Stomps,** Erklärung auf Seite 390.
Tafel XV zu **Hans Molisch,** Erklärung auf Seite 481.
Tafel XVI zu **Ign. Urban,** Erklärung auf Seite 507.
Tafel XVII zu **G. Tischler,** Erklärung auf Seite 558.
Tafel XVIII zu **E. Jahn,** Erklärung auf Seite 668.

Übersicht der Hefte.

Heft 1 (S. 1—48), ausgegeben am 24. April 1918.
Heft 2 (S. 49—100), ausgegeben am 27. Mai 1918.
Heft 3 (S. 101—180), ausgegeben am 27. Juni 1918.
Heft 4 (S. 181—232), ausgegeben am 29. Juli 1918.
Heft 5 (S. 233—300), ausgegeben am 29. August 1918.
Heft 6 (S. 301—380), ausgegeben am 18. Oktober 1918.
Heft 7 (S. 381—442), ausgegeben am 28. November 1918.
Heft 8 (S. 443—540), ausgegeben am 30. Januar 1919.
Heft 9 (S. 541—632), ausgegeben am 27. Februar 1919.
Heft 10 (S. 633—672), ausgegeben am 25. März 1919.
1. Generalversammlungsheft [S. (1)—(62)], ausgegeben am 29. April 1919.
2. „ (Schlußheft) [S.(63)—(200)], ausgegeben am 30. September 1919.

Berichtigungen.

S. 46 18. Zeile von oben lies: ϑέκειν statt ϑϱ́κειν.
S. 102 6. Zeile von unten lies: Lunteren statt Lauteren.
S. 417 11. Zeile von oben lies: Zeiteinheit statt Zelleinheit.
S. 423 9. Zeile von unten lies: Plasmolytikums statt Plasmolytirkums.
S. 430 23. Zeile von unten lies: diskutieren statt diskunetier.
S. 430 3. Zeile von unten lies: Differenzwerte statt Differentialwerte.
S. 433 16. Zeile von unten lies: konnte statt könnte.
S. 436 2. Zeile von oben lies: $\sqrt{\frac{\delta_1^2 + \dots \delta^2_n}{n}}$ statt $\sqrt{\frac{\delta_1^2 + \dots \delta_n}{n}}$.
S. 440 15. Zeile von oben lies: es je war statt je es war.
S. 463 7. Zeile von unten lies: 0,02—0,03 % statt 0,2—0,3 %.
S. (1) 4. Zeile von oben lies: in Hamburg abgehaltene statt abgehaltene.

Zu S. (42) übersendet Herr LEHMANN folgende Berichtigung:

Durch nachträgliche Aufnahme bestätigender Versuchsresultate in die Korrektur meiner Abhandlung über Pentasepalie in der Gattung *Veronica* usw. entstand ein Mißverständnis in der Tabelle 3 auf S. (42), welches ich durch Revision nicht mehr beseitigen konnte. Die Tabelle lautet wie folgt:

F_1	18 107	3 %	pentasepal
	18 109	0 %	„
P_1 *Correnisiana*	(1721)	1 %	pentasepal ×
tubingensis	(1713)	97 %	pentasepal
	1731	92 %	„
	1737	98 %	„
	1807	71 %	„
	1809	88 %	„

(gez.) E. LEHMANN

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen **Manuskripte** für die Sitzungen im Jahre 1919 **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** an Herrn Prof. Dr. **P. Lindner, Berlin N,** Seestr. 13, Institut für Gährungsgewerbe, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten. Den Autoren wird jährlich nur eine schwarze Tafel oder der Raum einer Tafel für Textfiguren kostenlos gewährt. Den Mitgliedern können nur 3 Arbeiten jährlich zugestanden werden. Arbeiten von Nichtmitgliedern können bis auf weiteres nicht aufgenommen werden.** Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefaßt und unleserlich geschrieben sind, muß wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1919.

Für die Generalversammlung: G. Berthold, Präsident; M. Büsgen, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: P. Lindner, Vorsitzender; J. Behrens, erster Stellvertreter; P. Claussen, zweiter Stellvertreter; H. Harms, erster Schriftführer; H. Miehe, zweiter Schriftführer; W. Magnus, dritter Schriftführer; Schatzmeister: O. Appel.

Redaktions-Kommission: P. Lindner, H. Harms, H. Miehe, W. Magnus, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): R. Kolkwitz, O. Reinhardt, L. Diels, L. Wittmack, E. Baur.

Geschäftsführender Sekretär: W. Wächter.

Alle Geldsendungen werden franko entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für alle ordentlichen Mitglieder 20 M. und 5 M. Zuschlag für die Dauer der Teuerung.** Die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke wolle man an den Schatzmeister Geheimen Regierungsrat Dr. Appel in Berlin-Dahlem gelangen lassen. Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluß des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Dr. W. Wächter, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 5 p., zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke bis zu einem halben Druckbogen werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2	Pfennig
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5	„
3.	für jede Lichtdrucktafel	9	„
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2	„
5.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	8	„
6.	bei Doppeltafeln pro Tafel und Farbe mehr .	2	„
7.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35	„
8.	für jeden Umschlag	1,5	„
9.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	8,—	Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

Jahresbericht

der

Vereinigung für angewandte Botanik

Der Jahresbericht verfolgt die Aufgabe der Förderung und Vertiefung der wissenschaftlichen Erkenntnis im Dienste von Land- und Forstwirtschaft, Handel und Gewerbe durch botanische Forschung. Gerade die landwirtschaftlich-praktische Botanik ist in kurzer Zeit zu einem Wissenszweig herangewachsen, der bei vollständiger Selbständigkeit in seinen Errungenschaften bereits hervorragend maassgebend geworden ist für den weiteren Fortschritt auf den bezeichneten Gebieten. Der Jahresbericht dient daher als Sammelpunkt für die auf landwirtschaftlichen und verwandten Gebieten ausgeführten botanischen Forschungen.

Bis jetzt liegen vor:

Erster Jahrgang 1903.		Geh. 6 Mk. 50 Pfg.
Zweiter Jahrgang 1904.		Geh. 8 Mk.
Dritter Jahrgang 1905.	Mit 2 Taf. u. 10 Textabb.	Geh. 16 Mk.
Vierter Jahrgang 1906.	Mit 8 Taf. u. 7 Textabb.	Geh. 22 Mk.
Fünfter Jahrgang 1907.	Mit 5 Taf. u. 5 Textabb.	Geh. 25 Mk.
Sechster Jahrgang 1908.	Mit 2 Taf. u. 7 Textabb.	Geh. 25 Mk.
Siebenter Jahrgang 1909.	Mit 7 Taf. u. 52 Textabb.	Geh. 25 Mk.
Achter Jahrgang 1910.	Mit 2 Taf. u. 8 Textabb.	Geh. 30 Mk.
Neunter Jahrgang 1911.	Mit 1 Taf. u. 22 Textabb.	Geh. 30 Mk.
Zehnter Jahrgang 1912.	Mit 20 Textabb.	Geh. 19 Mk.
Elfter Jahrgang 1913.	Mit 24 Textabb.	Geh. 28 Mk.
Zwölfter Jahrgang 1914.	Mit 4 Textabb.	Geh. 12 Mk.
Dreizehnter Jahrgang 1915.		Geh. 16 Mk.
Vierzehnter Jahrgang 1916.	Mit 2 Taf. u. 5 Textabb.	Geh. 24 Mk.
Fünfzehnter Jahrgang 1917.	Mit 13 Textabb.	Geh. 15 Mk.
Sechzehnter Jahrgang 1919.		Geh. 12 Mk.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei